530.76
PH121L

ThS. NGÔ VĂN THIỆN

Phân loại & phương pháp giải các dạng bài tập

VẬT LÍ 11

Biên soạn theo chương mới của Bộ Giáo dục và Đào tạo
Dành cho học sinh Ban KHTN và Ban cơ bản

- Kiến thức cần nhớ
- Bài tập trắc nghiệm – Bài tập cơ bản
- Bài tập tương tự – Bài tập nâng cao

THƯ VIỆN TỈNH BÌNH THUẬN
MVL / 8702 / 09

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH

Lời nói đầu

Các em học sinh thân mến!

Trong những năm gần đây Bộ Giáo dục và Đào tạo đã có nhiều hoạt động nhằm cải cách giáo dục, trong đó có chú trọng đến việc đổi mới phương pháp dạy và học. Phương pháp này đòi hỏi học sinh đóng vai trò trọng tâm trong quá trình dạy và học, tức là học sinh phải chủ động hơn, tích cực hơn và sáng tạo hơn trong việc tiếp nhận kiến thức của mình. Với mục đích giúp học sinh dần làm quen với phương pháp học tập theo tinh thần này, chúng tôi biên soạn cuốn sách **PHÂN LOẠI VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI CÁC DẠNG BÀI TẬP VẬT LÍ 11.** Quyển sách này được biên soạn theo chương trình cải cách của Bộ Giáo dục và Đào tạo thuộc hai ban Khoa học Cơ bản và Nâng cao.

Cung cách trình bày của quyển sách, mỗi bài chia ra làm bốn phần:

PHẦN I: TÓM TẮT KIẾN THỨC CƠ BẢN

PHẦN II: CÁC CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM VÀ CÁC DẠNG BÀI TẬP CƠ BẢN + NÂNG CAO

PHẦN III: HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM VÀ BÀI TẬP.

Ở đây, chúng tôi khuyên các em nên chú ý các dạng bài tập và phương pháp giải các dạng bài tập ở phần II chứ không nên xem bài giải ở phần III. Có như vậy, các em có thể tự mình giải quyết các bài tập khi gặp lúc làm bài thi một cách chủ động hơn.

PHẦN IV: CHÚNG TÔI DƯA RA CÁC BÀI TẬP TƯƠNG TỰ NHƯ PHẦN II, GIÚP CÁC EM TỰ DÁNH GIÁ KHẢ NĂNG TIẾP THU BÀI CỦA MÌNH.

Mặt dù rất cố gắng nhưng trong quá trình biên soạn không tránh khỏi những thiếu sót, chúng tôi xin chân thành cảm ơn những ý kiến đóng góp xây dựng của quí bạn đọc để lần tái bản sau, cuốn sách có chất lượng hơn.

Chúc các em thành công.

Thân ái chào các em.

Tác giả

Chương I

Hot love!

ĐIỆN TÍCH – ĐIỆN TRƯỜNG

Bài 1. ĐIỆN TÍCH. ĐỊNH LUẬT COULOMB

I. Kiến thức cần nắm

1. Điện tích:

– Có hai loại điện tích: điện tích âm và điện tích dương

– Nếu:

+ $q_1.q_2 > 0$ thì q_1 và q_2 đẩy nhau

+ $q_1.q_2 < 0$ thì q_1 và q_2 hút nhau.

– Đơn vị điện tích là Culông. Kí hiệu C.

– Có ba cách làm cho vật nhiễm điện:

+ Cọ xát

+ Tiếp xúc

+ Hưởng ứng

– Định luật bảo toàn điện tích: Trong một hệ cô lập về điện, tổng đại số các điện tích trong hệ là một hằng số.

2. Định luật Coulomb.

– Độ lớn của lực tương tác giữa hai điện tích điểm đứng yên trong chân không:

$$\boxed{F = F_{12} = F_{21} = k\frac{|q_1.q_2|}{r^2}}$$

Trong đó:

$\bullet k = 9.10^9.\dfrac{N.m^2}{C^2}$ là hằng số tỉ lệ.

$\bullet q_1, q_2(C)$: Hai điện tích điểm.

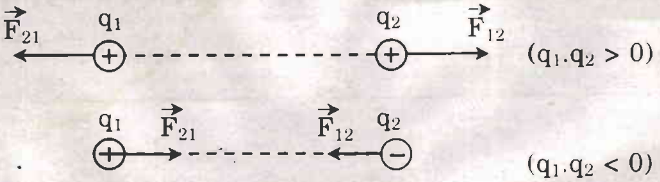
$\bullet r(m)$: khoảng cách giữa hai điện tích điểm.

– Lực tương tác giữa hai điện tích điểm trong môi trường đồng tính, chứa đầy không gian xung quanh điện tích:

$$\boxed{F' = k\frac{|q_1.q_2|}{\varepsilon r^2}}$$

$\Rightarrow \boxed{F' = \frac{F}{\varepsilon}}$ ε: là hằng số điện môi.

– Vectơ lực:



- $\vec{F}_{12}$ có đặc điểm
  - – Điểm đặt tại q_2
  - – Phương: đường nối q_1 và q_2
  - – Chiều → hướng ra xa nếu $q_1.q_2 > 0$
    ↘ hướng vào nếu $q_1.q_2 < 0$
  - – Độ lớn $F_{12} = k\frac{|q_1.q_2|}{\varepsilon r^2}$

II. Câu hỏi trắc nghiệm và bài tập cơ bản

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. Đặt thanh kim loại BC trên giá cách điện, đưa quả cầu mang điện âm lại gần đầu B thì:

a. Đầu B nhiễm điện dương, đầu C nhiễm điện âm

b. Đầu B nhiễm điện âm, đầu C nhiễm điện dương

c. Đầu B nhiễm điện dương, đầu C trung hòa về điện

d. Đầu B nhiễm điện âm, đầu C trung hòa về điện.

2. Thuyết điện tử giải thích được hiện tượng nhiễm điện do:

a. Tiếp xúc và hưởng ứng

b. Cọ xát và hưởng ứng

c. Cọ xát và tiếp xúc

d. Cọ xát, tiếp xúc và hưởng ứng.

3. Phát biểu nào sau đây là sai:

a. Điện tích hạt sơ cấp có thể âm, dương hoặc bằng không

b. Điện tích nguyên tố là điện tích nhỏ nhất tồn tại trong tự nhiên

c. Khi hạt sơ cấp mang điện thì không thể lấy điện tích của nó đi được

d. Điện tích hạt sơ cấp luôn là điện tích dương.

4. Hai điện tích điểm q_1 và q_2 trái dấu đặt cách nhau một khoảng r thì lực tương tác giữa chúng là lực:

a. đẩy, có độ lớn $F_{12} = 2F_{21}$

b. hút, có độ lớn $F_{12} = 2F_{21}$

c. đẩy, có độ lớn $F_{12} = F_{21}$

d. hút, có độ lớn $F_{12} = F_{21}$

5. Hai điện tích điểm q_1 và q_2 cùng dấu đặt cách nhau một khoảng r thì lực tương tác giữa chúng là lực:

a. hút, có độ lớn $F_{12} = 2F_{21}$

b. đẩy, có độ lớn $F_{12} = 2F_{21}$

c. hút, có độ lớn $F_{21} = F_{12}$

d. đẩy, có độ lớn $F_{12} = F_{21}$

6. Hai điện tích điểm q_1 và q_2 cùng dấu, có độ lớn điện tích $q_1 = q_2 = q$, q_1 đặt trong không khí, q_2 đặt trong dầu, đặt cách nhau một khoảng r thì lực tương tác giữa chúng là lực:

a. hút có $F_{12} = F_{21} = k\frac{q^2}{r^2}$

b. đẩy có $F_{12} = F_{21} = k\frac{q^2}{\varepsilon r^2}$

c. hút có $F_{12} = F_{21} = k\frac{q^2}{\varepsilon r^2}$

d. không tương tác.

7. Biểu thức nào sau đây thể hiện lực tương tác giữa hai điện tích điểm:

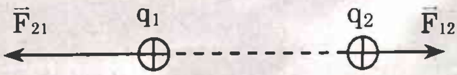
a. $\vec{F} = k\frac{q_1.q_2}{\varepsilon r^2}$

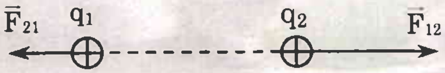
b. $F = k\frac{|q_1.q_2|}{\varepsilon r}$

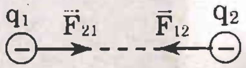
c. $F = k\frac{|q_1.q_2|}{\varepsilon r^2}$

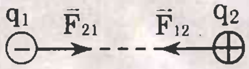
d. $\vec{F} = k\frac{q_1.q_2}{\varepsilon r^2}\vec{r}$

8. Cho hai điện tích điểm có độ lớn điện tích $|q_1| = 2|q_2|$. Hình vẽ nào dưới đây biểu diễn đúng vectơ lực tương tác:

a)


b)


c)


d)


9. Cho hai điện tích điểm có độ lớn điện tích $|q_1| = 2|q_2|$ đặt cách nhau một khoảng r thì lực tương tác giữa chúng là F. Nếu giảm khoảng cách giữa chúng một nửa còn độ lớn điện tích giữ nguyên thì lực tương tác F' giữa chúng lúc sau sẽ là:

a. $F' = \frac{F}{2}$ b. $F' = 2F$ c. $F' = \frac{F}{4}$ d. $F' = 4F$.

10. Hai quả cầu có bán kính $R_1 = R_2 = R$ đặt trên hai giá cách điện. Ban đầu quả cầu một trung hòa về điện, quả cầu hai mang điện tích $q_2 = q$. Cho hai quả cầu tiếp xúc nhau rồi đưa về vị trí r như cũ thì lực tương tác giữa chúng là:

a. $F = k\frac{q^2}{r^2}$ b. $F = k\frac{q^2}{2r^2}$ c. $F = k\frac{q^2}{4r^2}$ d. $F = k\frac{q}{4r^2}$

B. Bài tập cơ bản + Nâng cao

Dạng 1: Tương tác giữa hai điện tích

Áp dụng:

- Chân không hoặc trong không khí

$$F = k\frac{|q_1.q_2|}{r^2}$$

- Trong môi trường đồng chất có hằng số điện môi ε:

$$F' = k\frac{|q_1.q_2|}{\varepsilon r^2}$$

- Nhận xét: $F' = \frac{F}{\varepsilon}$
- Định luật bảo toàn điện tích

$$\Sigma q = 0$$

Chú ý: Nếu $q_1.q_2 > 0$ thì $|q_1.q_2| = q_1.q_2$
Nếu $q_1.q_2 < 0$ thì $|q_1.q_2| = -q_1.q_2$

1. Cho hai điện tích điểm $q_1 = 4.10^{-8}(C)$; $q_2 = 5.10^{-8}C$ đặt cách nhau một khoảng r = 3cm trong chân không.

   a) Tìm lực tương tác giữa chúng

   b) Đưa hệ hai điện tích vào trong môi trường có hằng số điện môi ε thì lực tương tác giảm đi một nửa. Tìm ε.

2. Hai điện tích điểm q_1 và q_2 đặt cách nhau một khoảng r = 3cm trong chân không, có cùng độ lớn điện tích, lực hút giữa chúng là $64.10^{-3}N$. Tìm dấu và độ lớn của hai điện tích.

3. Hai vật nhỏ mang điện tích đặt trong không khí cách nhau 20cm hút nhau bằng một lực $F = 3,6.10^{-4}N$. Điện tích tổng cộng của chúng là $Q = 6.10^{-8}C$. Tính điện tích mỗi vật.

4. Hai điện tích điểm đặt trong không khí cách nhau 20cm. Lực tương tác là F. Khi đặt chúng trong dầu ở cùng khoảng cách, lực tương tác giảm đi 2 lần. Hỏi khi đặt trong dầu, khoảng cách giữa chúng là bao nhiêu để lực tương tác vẫn bằng lực tương tác trong không khí.

5. Hai quả cầu giống nhau mang điện tích q_1, q_2 đặt trong không khí cách nhau 20cm, hút nhau bằng một lực $F = 4.10^{-3}N$. Cho hai quả cầu tiếp xúc nhau rồi đưa về vị trí cũ, chúng đẩy nhau bằng một lực $F' = 2,25.10^{-3}N$. Tính q_1, q_2.

Dạng 2: Tìm hợp lực tác dụng lên một điện tích

Phương pháp:

Bước 1: Xác định điện tích cần tìm hợp lực.

Bước 2: Tìm các khoảng cách từ các điện tích khác đến nó (nếu chưa có)

VD: q_1 là điện tích điểm cần xác định hợp lực thì phải tìm: r_{21}, r_{31}...

Bước 3: Tính độ lớn của các lực thành phần.

Bước 4: Vẽ vectơ lực, chú ý:

- Điểm đặt
- Phương
- Chiều
- Độ lớn.

Bước 5: Vận dụng quy tắc hình bình hành để tìm hợp lực:

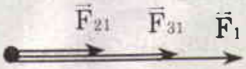
$$\vec{F} = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31} + ... + \vec{F}_{n1}$$

Bước 6: Bỏ vectơ của hệ thức xác định hợp lực để thế số:

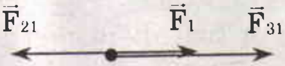
Chú ý:

Nếu:

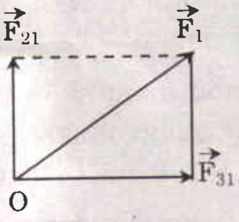
- $\vec{F}_{21} \uparrow\uparrow \vec{F}_{31} \Rightarrow F_1 = F_{21} + F_{31}$



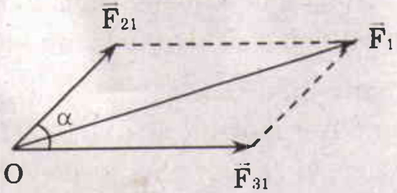
- $\vec{F}_{21} \uparrow\downarrow \vec{F}_{31} \Rightarrow F_1 = |F_{21} - F_{31}|$



- $\vec{F}_{21} \perp \vec{F}_{31} \Rightarrow F_1 = \sqrt{F_{21}^2 + F_{31}^2}$



- $\left(\widehat{\vec{F}_{21}.\vec{F}_{31}}\right) = \alpha \Rightarrow F_1^2 = F_{21}^2 + F_{31}^2 + 2F_{21}.F_{31}\cos\alpha$



Bước 7: Xác định phương của $\vec{F}_{hl}$

Bước 8: Kết luận chung về $\vec{F}_{hl}$

$$\vec{F}_{hl}\begin{cases} -\text{ Điểm đặt} \\ -\text{ Phương} \\ -\text{ Chiều} \\ -\text{ Độ lớn} \end{cases}$$

6. Hai điện tích điểm $q_1 = 4.10^{-8}C$; $q_2 = -4.10^{-8}C$ đặt tại A, B trong không khí cách nhau một đoạn AB = 9cm. Xác định lực tác dụng lên $q_3 = 3.10^{-8}C$ khi q_3 đặt tại:

a) M là trung điểm AB

b) N cách A 3cm, cách B 12cm.

7. Hai điện tích điểm $q_1 = 4.10^{-8}C$, $q_2 = 3.10^{-8}C$ đặt tại A, B trong không khí, AB = 5cm. Xác định lực tác dụng lên $q_3 = 10^{-8}C$ đặt tại M cách A 4cm, cách B 3cm.

8. Hai điện tích điểm $q_1 = q_2 = q_3 = 3.10^{-8}(C)$ đặt tại 3 đỉnh của tam giác đều ABC cạnh a = 3cm.

a) Xác định lực tác dụng lên q_1.

b) Đặt tại tâm của tam giác điện tích $q_4 = 10^{-8}$C. Tìm lực tổng hợp tác dụng lên q_4.

9. Bốn điện tích điểm q_1, q_2, q_3, q_4 có độ lớn điện tích bằng nhau đặt tại 4 đỉnh của hình vuông ABCD có cạnh a. Xác định lực tác dụng lên q_1 khi

a) bốn điện tích cùng dấu

b) q_2 và q_4 âm, q_1 và q_3 dương.

Dạng 3: Điện tích cân bằng

– Điều kiện cân bằng của điện tích q_0 khi chịu tác dụng bởi q_1 và q_2:

+ Gọi $\vec{F}_0$ là lực tổng hợp do q_1, q_2 tác dụng lên q_0 $\vec{F}_0 = \vec{F}_{10} + \vec{F}_{20}$

+ Do q_0 cân bằng: $\vec{F}_0 = \vec{0}$

$$\Rightarrow \vec{F}_{10} + \vec{F}_{20} = \vec{0} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{F}_{10} \uparrow\downarrow \vec{F}_{20} \\ F_{10} = F_{20} \ (*) \end{cases}$$

+ Từ (*) $\Rightarrow \boxed{\dfrac{|q_1|}{r_{10}^2} = \dfrac{|q_2|}{r_{20}^2}}$

– Điều kiện cân bằng của q_0 khi chịu tác dụng bởi q_1, q_2, q_3:

+ Gọi $\vec{F}_0$ là lực tổng hợp do q_1, q_2 và q_3 tác dụng lên q_0:

$$\vec{F}_0 = \vec{F}_{10} + \vec{F}_{20} + \vec{F}_{30} = \vec{0}$$

+ Do q_0 cân bằng: $\vec{F}_0 = \vec{0}$

$$\Rightarrow \left.\begin{matrix} \vec{F}_{10} + \vec{F}_{20} + \vec{F}_{30} = \vec{0} \\ \text{Đặt } \vec{F} = \vec{F}_{10} + \vec{F}_{20} \end{matrix}\right\}$$

$$\Rightarrow \vec{F} + \vec{F}_{30} = \vec{0} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{F} \uparrow\downarrow \vec{F}_{30} \\ F = F_{30} \end{cases}$$

10. Hai điện tích $q_1 = 4q_2 = 4.10^{-8}$C đặt tại A, B trong không khí, cách nhau 12cm.

a) Tìm vị trí đặt q_0 để q_0 cân bằng.

b) Dấu và độ lớn của q_0 để cả ba điện tích q_0, q_1 và q_2 cùng cân bằng.

11. Hai điện tích điểm $q_1 = 4.10^{-8}$C, $q_2 = -36.10^{-8}$C đặt tại A, B trong không khí cách nhau 12cm.

a) Tìm vị trí đặt q_0 để q_0 cân bằng.

b) Dấu và độ lớn của q_0 để cả hệ ba điện tích cùng cân bằng.

12. Hai điện tích điểm $q_1 = -625.10^{-8}C$, $q_2 = \dfrac{-1}{25}q_1$ đặt tại A, B trong không khí cách nhau 16cm.

a) Tìm vị trí đặt tại q_0 để q_0 cân bằng.

b) Dấu và độ lớn của q_0 để q_0, q_1, q_2 cân bằng.

13. Cho ba điện tích dương cùng độ lớn $q = 3.10^{-6}C$ đặt ở 3 đỉnh của một tam giác đều cạnh a = 30cm trong không khí. Đặt điện tích q_0 như thế nào để bốn điện tích cân bằng.

III. Hướng dẫn trả lời câu hỏi trắc nghiệm và giải bài tập

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. a **2.** a **3.** d **4.** d **5.** d

6. d **7.** c **8.** d **9.** d **10.** c

B. Bài tập

Dạng 1

1. Cho $\begin{cases} q_1 = 4.10^{-8}C \\ q_2 = 5.10^{-8}C \\ r = 3cm = 3.10^{-2}m \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } F = ? \\ \text{b) } \varepsilon = ? \text{ khi } F' = \dfrac{F}{2} \end{cases}$

Giải

a) Lực tương tác giữa hai điện tích:

$$F = k\frac{|q_1.q_2|}{r^2} = 9.10^9.\frac{|4.10^{-8}.5.10^{-2}|}{9.10^{-4}} = 2.10^{-2}N$$

b) $\varepsilon = ?$ Khi $F' = \dfrac{F}{2}$

- Khi q_1, q_2 trong không khí:

$$F = k\frac{|q_1.q_2|}{r^2}$$

- Đặt trong môi trường có ε.

$$F' = k\frac{|q_1.q_2|}{\varepsilon r^2}$$

$$\Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{1}{\varepsilon} \Leftrightarrow \frac{F}{F'} = \varepsilon$$

Mà $\dfrac{F}{F'} = 2$

$\Rightarrow \varepsilon = 2$

Hal love!

2. Cho $\begin{cases} F = 64.10^{-3}N \\ r = 3cm = 3.10^{-2}m \\ \varepsilon = 1 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} q_1, q_2$

Giải

Áp dụng: $F = k\dfrac{|q_1.q_2|}{r^2}$

Do $q_1 = q_2 = q$

$\Rightarrow F = k\dfrac{q^2}{r^2} \Leftrightarrow q^2 = \dfrac{F.r^2}{k} = \dfrac{64.10^{-3}.9.10^{-4}}{9.10^9} = 64.10^{-16}$

$\Rightarrow q = \pm 8.10^{-8}C$

Vậy $\begin{cases} q_1 = 8.10^{-8}C \\ q_2 = -8.10^{-8}C \end{cases}$ hoặc $\begin{cases} q_1 = -8.10^{-8}C \\ q_2 = 8.10^{-8}C \end{cases}$

3. Cho $\begin{cases} r = 20cm = 2.10^{-1}m \\ F = 3,6.10^{-4}N \\ Q = q_1 + q_2 = 6.10^{-8} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} q_1, q_2$

Giải

– Điện tích mỗi vật:

– Áp dụng: $F = k\dfrac{|q_1.q_2|}{r^2}$ (1)

Do $q_1.q_2 < 0$ (trái dấu)

(1) $\Rightarrow q_1.q_2 = -\dfrac{F.r^2}{k} = -\dfrac{3,6.10^{-4}.4.10^{-2}}{9.10^9} = -16.10^{-16}$ (2)

Mà $q_1 + q_2 = 6.10^{-8}$ (3)

– Giải hệ (2), (3) $\begin{cases} q_1 + q_2 = 6.10^{-8} \\ q_1.q_2 = 16.10^{-16} \end{cases}$

$\Rightarrow \begin{cases} q_1 = 2.10^{-8}C \\ q_2 = -8.10^{-8}C \end{cases}$ hoặc $\begin{cases} q_1 = -8.10^{-8}C \\ q_2 = 2.10^{-8}C \end{cases}$

4. Cho

– Đặt trong không khí: F, r = 20cm

– Đặt trong môi trường có ε thì $F' = \dfrac{F}{2}$ $\xrightarrow{\text{Tìm}}$ r = ? để F' = F

Giải

– Khi đặt trong không khí:

$$F = k\frac{|q_1.q_2|}{r^2} \quad (1)$$

– Khi đặt trong môi trường có hằng số điện môi ε

$$F' = k\frac{|q_1.q_2|}{\varepsilon r^2} \quad (2)$$

– Theo đề: $F' = \frac{F}{2}$ (3)

– Từ (1), (2) và (3) $\Rightarrow \varepsilon = 2$

– Khi đặt trong môi trường có $\varepsilon = 2$ ở khoảng cách khác thì F' = F:

$$\Leftrightarrow k\frac{|q_1.q_2|}{\varepsilon r^2} = k\frac{|q_1.q_2|}{r^2}$$

$$\Rightarrow r' = \frac{r}{\sqrt{\varepsilon}} = \frac{20}{\sqrt{2}} = 10\sqrt{2}\text{ cm}$$

5. Cho

$$\begin{cases} q_1, q_2 : \text{Điện tích trên hai quả cầu giống nhau} \\ r = 20\text{cm} = 2.10^{-1}\text{m} \\ F = 4.10^{-3}\text{N} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} q_1',\ q_2' \text{ khi cho tiếp xúc rồi đưa về khoảng cách cũ.}$$

Giải

– Khi chưa tiếp xúc:

$$F = k\frac{|q_1.q_2|}{r^2}$$

Do hai quả cầu hút nhau: $q_1.q_2 < 0$

$$\Rightarrow q_1.q_2 = -\frac{F.r^2}{k} = -\frac{4.10^{-3}.4.10^{-2}}{9.10^9} = -\frac{16}{9}10^{-14}$$

– Khi cho tiếp xúc rồi đưa về khoảng cách cũ:

+ Hai quả cầu giống nhau, khi cho tiếp xúc nhau, chúng trao đổi điện tích cho nhau, đến khi điện tích trên hai quả cầu đạt giá trị $q_1' = q_2'$ thì sẽ dừng lại.

+ Theo định luật bảo toàn điện tích:

$$\left.\begin{matrix} q_1 + q_2 = q_1' + q_2' \\ \text{Do } q_1' = q_2' \end{matrix}\right\}$$

$$\Rightarrow q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

+ Lực đẩy của hai quả cầu khi đưa về khoảng cách cũ:

$$F' = k\frac{(q_1 + q_2)^2}{4r^2}$$

$$\Leftrightarrow (q_1 + q_2)^2 = \frac{F'.4r^2}{k} = \frac{2,25.10^{-3}.4.4.10^{-2}}{9.10^9} = 4.10^{-14}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} q_1 + q_2 = 2.10^{-7} \\ q_1 + q_2 = -2.10^{-7} \end{cases}$$

– Giải hệ:

$$\begin{cases} q_1.q_2 = -\dfrac{16}{9}.10^{-14} \\ q_1 + q_2 = -2.10^{-7} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} q_1 = 6,7.10^{-8}C \\ q_2 = -2,7.10^{-7}C \end{cases} \vee \begin{cases} q_1 = -2,7.10^{-7}C \\ q_2 = 6,7.10^{-8}C \end{cases}$$

$$\begin{cases} q_1.q_2 = -\dfrac{16}{9}.10^{-14} \\ q_1 + q_2 = 2.10^{-7} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} q_1 = 2,7.10^{-7}C \\ q_2 = -6,7.10^{-8}C \end{cases} \vee \begin{cases} q_1 = -6,7.10^{-8}C \\ q_2 = 2,7.10^{-7}C \end{cases}$$

Dạng 2: Tìm hợp lực tác dụng lên một điện tích

6. Cho $\begin{cases} q_1 = 4.10^{-8}C \\ q_2 = -4.10^{-8}C \\ AB = 9cm \\ q_3 = 3.10^{-8}C \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} \begin{cases} \text{Lực tác dụng lên } q_3 \text{ tại:} \\ \text{a) M} \\ \text{b) N} \end{cases}$

Giải

a) Lực tác dụng lên q_3 tại M là trung điểm AB

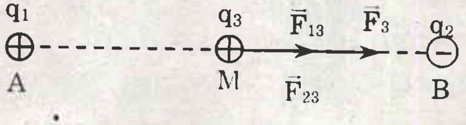
+ Độ lớn lực do q_1 tác dụng lên q_3:

$$F_{13} = k\frac{|q_1.q_3|}{r_{13}^2} = 9.10^9\frac{|4.10^{-8}.3.10^{-8}|}{\dfrac{81}{4}.10^{-4}} = \frac{48}{9}.10^{-3}N$$

+ Độ lớn lực do q_2 tác dụng lên q_3

$$F_{23} = k\frac{|q_2.q_3|}{r_{23}^2} = 9.10^9\frac{|-4.10^{-8}.3.10^{-8}|}{\dfrac{81}{4}.10^{-4}} = \frac{48}{9}.10^{-3}N$$

+ Biểu diễn lực



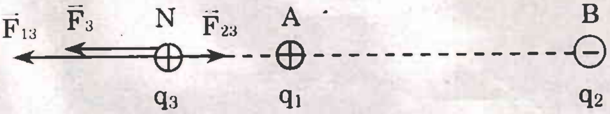
$$\vec{F}_3 = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23}$$

Do $\vec{F}_{13} \uparrow\uparrow \vec{F}_{23}$

$$\Rightarrow F_3 = F_{13} + F_{23} = \frac{48}{9}.10^{-3} + \frac{48}{9}.10^{-3} = \frac{96}{9}.10^{-3}N$$

Vậy $\vec{F}_3$ có đặc điểm
- Điểm đặt tại q_3
- Phương AB
- chiều: từ A → B
- Độ lớn : $F_3 = \frac{96}{9}.10^{-3}N$

b) Lực tác dụng lên q_3 tại N



+ Do NB = NA + AB = 12cm nên N phải thuộc tia đối của AB.

+ Độ lớn lực do q_1 tác dụng lên q_3.

$$F_{13} = k\frac{|q_1.q_3|}{r_{13}^2} = 9.10^9\frac{|4.10^{-8}.3.10^{-8}|}{9.10^{-4}} = 12.10^{-3}N$$

+ Độ lớn do q_2 tác dụng lên q_3

$$F_{23} = k\frac{|q_2.q_3|}{r_{23}^2} = \frac{|-4.10^{-8}.3.10^{-8}|}{144.10^{-4}} = \frac{3}{4}.10^{-3}N$$

+ Lực do q_1 và q_2 tác dụng lên q_3

$$\vec{F}_3 = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23}$$

Do $\vec{F}_{13} \uparrow\uparrow \vec{F}_{23}$

$$\Rightarrow F_3 = F_{13} - F_{23} = \left(12 - \frac{3}{4}\right).10^{-3} = \frac{45}{4}.10^{-3}N$$

Vậy $\vec{F}_3$ có
- Điểm đặt tại q_3
- Phương AB
- Chiều từ A → B
- Độ lớn: $F_3 = \frac{45}{4}.10^{-3}N$

$$\textbf{7.}\text{ Cho }\begin{cases} q_1 = 4.10^{-8}C \\ q_2 = 3.10^{-8}C \\ AB = 5cm = 5.10^{-2}m \\ MA = 4cm, MB = 3cm \\ q_3 = 10^{-8}C \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} \vec{F}_3$$

Giải

+ Xác định lực tác dụng lên q_3

+ Độ lớn lực do q_1 tác dụng lên q_3

$$F_{13} = k\frac{|q_1.q_3|}{r_{13}^2} = 9.10^9\frac{|4.10^{-8}.10^{-8}|}{16.10^{-4}} = \frac{9}{4}.10^{-3}N$$

+ Độ lớn lực do q_2 tác dụng lên q_3

$$F_{23} = k\frac{|q_2.q_3|}{r_{23}^2} = 9.10^9\frac{|3.10^{-8}.10^{-8}|}{9.10^{-4}} = 3.10^{-3}N$$

+ Biểu diễn lực do q_1 và q_2 tác dụng lên q_3

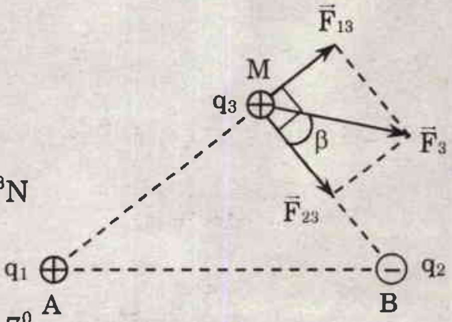
Do $AB^2 = AM^2 + BM^2 = 25$ nên tam giác ABM vuông tại M.

+ Lực tổng hợp:

$$\vec{F}_3 = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23}$$

Do $\vec{F}_{13} \perp \vec{F}_{23} \Rightarrow F_3^2 = F_{13}^2 + F_{23}^2$

$$\Rightarrow F_3 = 10^{-3}\sqrt{\frac{81}{16}+9} = 3,75.10^{-3}N$$



- Phương trình của $\vec{F}_3$:

Xét $\tan\beta = \frac{F_{13}}{F_{23}} = 0,75 \Rightarrow \beta = 36,7^0$

$\Rightarrow \vec{F}_3$ hợp với phương MB một góc $36,7^0$

Vậy $\vec{F}_3$ có
- Điểm đặt tại q_3
- Phương hợp với MB một góc: $\beta = 36,7^0$
- Chiều như hình vẽ
- Độ lớn: $F_3 = 3,75.10^{-3}N$.

8. Cho

$$\begin{cases} q_1 = q_2 = q_3 = 3.10^{-8}C \\ a = 3cm = 3.10^{-2}m \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} \begin{cases} \text{a) } \vec{F}_1\ ? \\ \text{b) Lực tác dụng lên } q_4 \text{ đặt tại tâm} \end{cases}$$

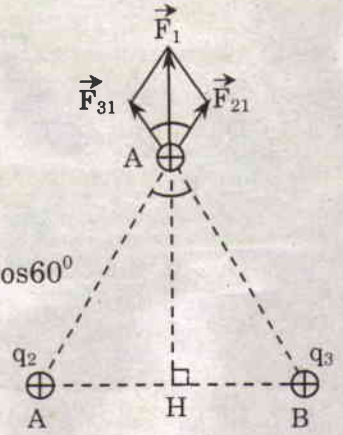
Giải

a) Lực tổng hợp tác dụng lên q_1

+ Độ lớn lực do q_2 tác dụng lên q_1:

$$F_{21} = k\frac{|q_2.q_1|}{r_{21}^2} = 9.10^9\frac{|3.10^{-8}.3.10^{-8}|}{9.10^{-4}} = 9.10^{-3}N$$

THƯ VIỆN TỈNH BÌNH THUẬN
MVL / 8702 / 09



+ Độ lớn lực do q_3 tác dụng lên q_1

$$F_{31} = F_{21} = 9.10^{-3}N$$

+ Lực tổng hợp:

$$\vec{F_1} = \vec{F_{21}} + \vec{F_{31}}$$

$$\Rightarrow F_1^2 = F_{21}^2 + F_{31}^2 + 2F_{21}.F_{31}.\cos\alpha$$

$$= 81.10^{-6} + 81.10^{-6} + 2.9.10^{-3}.9.10^{-3}.\cos60^0$$

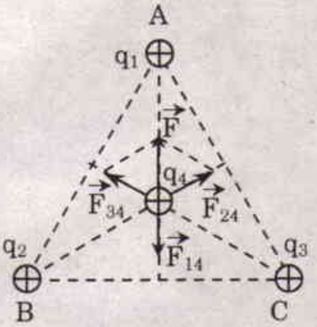
$$\Rightarrow F_1 = 9\sqrt{3}.10^{-3}N$$

- Phương của $\vec{F}_1$ vuông góc với AB.

$$\text{Vậy } \vec{F}_1 \text{ có } \left\{\begin{array}{l} \text{– Điểm đặt tại } q_1 \\ \text{– Phương vuông góc AB} \\ \text{– Chiều từ H đến A} \\ \text{– Độ lớn: } F_1 = 9\sqrt{3}.10^{-3}N \end{array}\right.$$

b) Lực tổng hợp tác dụng lên q_4 đặt tại tâm

$$\left.\begin{array}{l} \vec{F}_4 = \vec{F}_{14} + \vec{F}_{24} + \vec{F}_{34} \\ \text{Đặt } \vec{F} = \vec{F}_{34} + \vec{F}_{24} \end{array}\right\} \Rightarrow \vec{F}_4 = \vec{F} + \vec{F}_{14}$$



- Xét $\vec{F}$:

+ $F^2 = F_{24}^2 + F_{34}^2 + 2F_{24}.F_{34}.\cos120^0$

Do $F_{24} = F_{34} = F_{14}$

$\Rightarrow F^2 = 2F_{24}^2(1 + \cos120^0)$

$\Rightarrow F = F_{24} = F_{14}$

+ Phương, chiều $\vec{F} \uparrow\downarrow \vec{F}_{14}$

$$\text{Do} \left\{\begin{array}{l} F = F_{14} \\ \vec{F} \uparrow\downarrow \vec{F}_{14} \end{array}\right. \Rightarrow F_4 = 0$$

Vậy lực tổng hợp tác dụng lên q_4 bằng không.

9. Cho

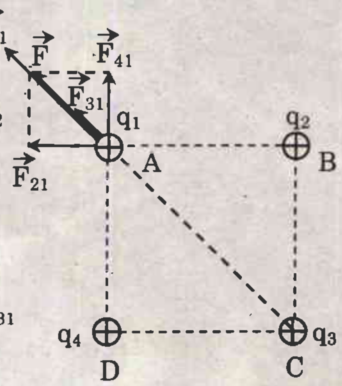
$$\left\{\begin{array}{l} q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = q \\ \text{hình vuông cạnh a} \end{array}\right. \xrightarrow{\text{Xác định}} \left\{\begin{array}{l} \text{a) } \vec{F_1}\text{ ? khi } q_1, q_2, q_3, q_4 \text{ cùng dấu} \\ \text{b) } \vec{F_1}\text{ ? Khi } q_2 \text{ và } q_4 \text{ âm;} \\ \quad q_1 \text{ và } q_3 \text{ dương} \end{array}\right.$$

Giải

a) Xác định lực tác dụng lên q_1 khi q_1, q_2, q_3, q_4 cùng dấu

Hard core 1

+ Giả sử q_1, q_2, q_3 và q_4 là điện tích dương



- $F_{21} = F_{41} = k\dfrac{q^2}{a^2}$

- $F_{31} = k\dfrac{q^2}{2a^2}$ ($AC^2 = AB^2 + BC^2 = 2a^2$ $\Rightarrow AC = a\sqrt{2}$)

- Lực tổng hợp tác dụng lên q_1:

$$\left.\begin{array}{l}\vec{F_1} = \vec{F_{41}} + \vec{F_{21}} + \vec{F_{31}} \\ \text{Đặt } \vec{F} = \vec{F_{41}} + \vec{F_{21}}\end{array}\right\} \Rightarrow \vec{F_1} = \vec{F} + \vec{F_{31}}$$

- $F = \sqrt{F_{41}^2 + F_{21}^2} = k\dfrac{q}{a^2}.\sqrt{2}$

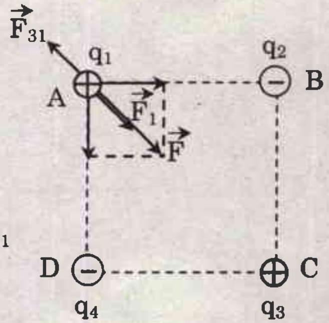
- Phương $\vec{F}$ hợp với DA một góc 45^0 ($\vec{F}$ nằm trên phương đường chéo AC).

Do $\vec{F} \uparrow\uparrow \vec{F_{31}}$ nên

$$F_1 = F + F_{31} = k\frac{q}{a^2}.\sqrt{2} + K\frac{q}{2a^2} = k\frac{q}{a^2}\left(\sqrt{2} + \frac{1}{2}\right)$$

Vậy $\vec{F_1}$ có
- Điểm đặt tại q_1
- Phương hợp với DA một góc 45^0
- Chiều từ C → A
- Độ lớn: $F_1 = k\dfrac{q}{a^2}\left(\sqrt{2} + \dfrac{1}{2}\right)$

b) Xác định lực tác dụng lên q_1 khi q_2 và q_4 âm, q_1 và q_3 dương.



Theo câu a thì $\begin{cases} F_{21} = F_{41} = k\dfrac{q^2}{a^2} \\ F_{31} = k\dfrac{q}{2a^2}\end{cases}$

– Lực tổng hợp:

$$\left.\begin{array}{l}\vec{F_1} = \vec{F_{41}} + \vec{F_{21}} + \vec{F_{31}} \\ \text{Đặt } \vec{F} = \vec{F_{41}} + \vec{F_{21}}\end{array}\right\} \Rightarrow \vec{F_1} = \vec{F} + \vec{F_{31}}$$

- Tương tự câu a thì vectơ $\vec{F}$ có

  + Phương AC

  + Chiều A → C

  + Độ lớn $F = k\dfrac{q}{a^2}.\sqrt{2}$

- Do đó, $\vec{F}$ cùng phương, ngược chiều với $\overrightarrow{F_{31}}$

$$\Rightarrow F_1 = F - F_{31} = k\frac{q^2}{a^2}\left(\sqrt{2} - \frac{1}{2}\right)$$

$$\text{Vậy } \vec{F}_1 \text{ có } \begin{cases} \text{– Điểm đặt tại } q_1 \\ \text{– Phương đường chéo AC} \\ \text{– Chiều hợp với AD } 45^0 \\ \text{– Độ lớn: } F_1 = k\dfrac{q^2}{a^2}(\sqrt{2} - \dfrac{1}{2}) \end{cases}$$

Dạng 3: Điện tích cân bằng

10. Cho $\begin{cases} q_1 = 4q_2 = 4.10^{-8}C \\ AB = 12cm \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) Vị trí đặt } q_0 \text{ để } q_0 \text{ cân bằng?} \\ \text{b) } q_0\text{? để } q_0, q_1, q_2 \text{ cân bằng} \end{cases}$

Giải

– Để q_0 cân bằng thì:

$$\vec{F}_{10} + \vec{F}_{20} = \vec{0} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{F}_{10} \uparrow\downarrow \vec{F}_{20} \\ F_{10} = F_{20} \end{cases}$$

- Do $F_{10} = F_{20} \Leftrightarrow k\dfrac{|q_1.q_0|}{r_{10}^2} = k\dfrac{|q_2.q_0|}{r_{20}^2}$

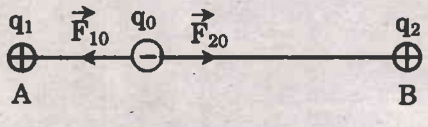
$$\Leftrightarrow \frac{r_{20}^2}{r_{10}^2} = \frac{|q_2|}{|q_1|} = \frac{1}{4} \Leftrightarrow r_{10} = 2r_{20} \qquad (1)$$

– Để $\vec{F}_{10} \uparrow\downarrow \vec{F}_{20}$ thì $q_0 \in$ đoạn AB

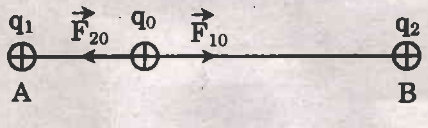
$$\Rightarrow r_{10} + r_{20} = AB = 12 \qquad (2)$$

– Từ (1) và (2) $\Rightarrow \begin{cases} r_{10} + r_{20} = 12 \\ r_{10} = 2r_{20} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r_{10} = 8cm \\ r_{20} = 4cm \end{cases}$

– Hình vẽ:



($q_0 < 0$)



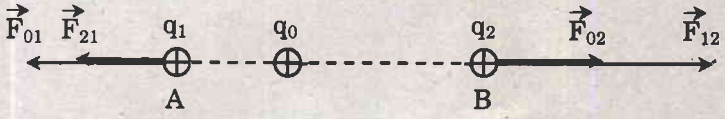
($q_0 > 0$)

– Nhận xét: Nếu tìm điều kiện chỉ để cho q_0 cân bằng thì không cần điều kiện về dấu của q_0.

b) Dấu và độ lớn của q_0 để q_0, q_1, q_2 cân bằng:

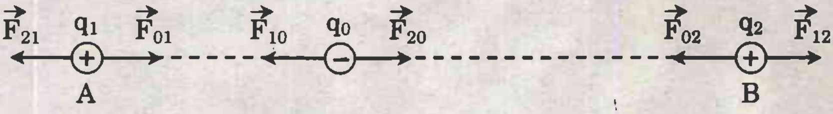
+ Nếu $q_0 > 0$ thì q_1 và q_2 không thể cân bằng vì hợp lực tác dụng lên q_1 và q_2 bao giờ cũng khác không.

+ Minh họa



$\vec{F}_{01}$
$\vec{F}_{21}$
q_1
q_0
q_2
$\vec{F}_{02}$
$\vec{F}_{12}$
A
B

$\Rightarrow$ Để cả hệ q_0, q_1, q_2 cân bằng thì q_0 phải mang dấu âm.



$\vec{F}_{21}$
q_1
$\vec{F}_{01}$
$\vec{F}_{10}$
q_0
$\vec{F}_{20}$
$\vec{F}_{02}$
q_2
$\vec{F}_{12}$
A
B

+ Độ lớn của q_0:

Do q_1 cân bằng nên

$$F_{01} = F_{21}$$

$$\Leftrightarrow k\frac{|q_0.q_1|}{r_{01}^2} = k\frac{|q_2.q_1|}{r_{21}^2}$$

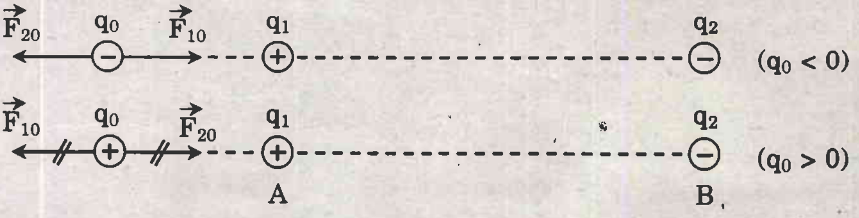
$$\Leftrightarrow |q_0| = \frac{r_{01}^2}{r_{21}^2}.|q_2| = \frac{64}{144}.10^{-8} = \frac{4}{9}.10^{-8}(C)$$

$$\text{Vậy }\begin{cases} q_0 < 0 \\ |q_0| = \dfrac{4}{9}.10^{-8}(C) \end{cases}$$

Nhận xét: Nếu đề bài cho q_1 và q_2 âm thì để q_0, q_1, q_2 cân bằng thì $q_0 > 0$.

11. Cho $\begin{cases} q_1 = 4.10^{-8}C \\ q_2 = -36.10^{-8}C \\ AB = 12cm \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) Vị trí đặt } q_0 \text{ để } q_0 \text{ cân bằng?} \\ \text{b) Dấu và độ lớn } q_0 \text{ để hệ cân bằng} \end{cases}$

Giải



$\vec{F}_{20}$
q_0
$\vec{F}_{10}$
q_1
q_2
($q_0 < 0$)
$\vec{F}_{10}$
q_0
$\vec{F}_{20}$
q_1
q_2
($q_0 > 0$)
A
B

– Để q_0 cân bằng thì:

$$\vec{F}_{10} + \vec{F}_{20} = \vec{0} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{F}_{10} \uparrow\downarrow \vec{F}_{20} \\ F_{10} = F_{20} \end{cases}$$

– Do $F_{10} = F_{20} \Leftrightarrow k\dfrac{|q_1.q_0|}{r_{10}^2} = k\dfrac{|q_2.q_0|}{r_{20}^2}$

$$\Leftrightarrow \frac{r_{20}^2}{r_{10}^2} = \frac{|q_2|}{|q_1|} = 9$$

$$\Rightarrow r_{20} = 3r_{10} \qquad (1)$$

– Do $r_{20} > r_{10}$ và $\vec{F}_{10} \uparrow\downarrow \vec{F}_{20}$ nên q_0 phải thuộc tia đối của AB.

$$\Rightarrow r_{20} - r_{10} = AB = 12 \qquad (2)$$

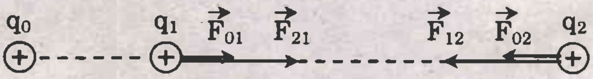
– Từ (1) và (2) $\Rightarrow \begin{cases} r_{20} - r_{10} = 12 \\ r_{20} = 3r_{10} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r_{10} = 6\text{cm} \\ r_{20} = 18\text{cm} \end{cases}$

* *Nhận xét:* Nếu chỉ xét q_0 cân bằng thì không cần điều kiện về dấu của q_0.

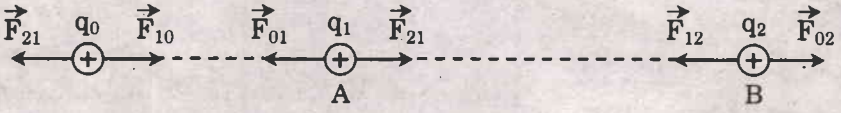
b) Dấu và độ lớn của q_0 để hệ cân bằng

– Dễ thấy nếu $q_0 > 0$ thì hợp lực tác dụng lên q_1 và q_2 luôn khác không → q_1 và q_2 không thể cân bằng được.

– Minh họa:



– Do đó để q_0, q_1, q_2 cân bằng thì q_0 phải mang dấu âm.



– Do q_1 cân bằng

$$F_{01} = F_{21}$$

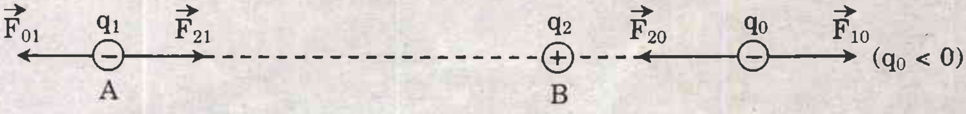
$$\Leftrightarrow k\frac{|q_0.q_1|}{r_{01}^2} = k\frac{|q_2.q_1|}{r_{21}^2}$$

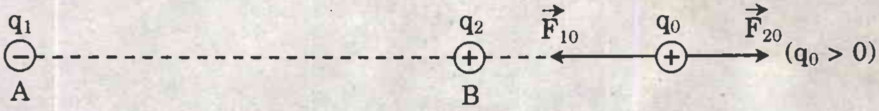
$$\Leftrightarrow |q_0| = \frac{r_{01}^2}{r_{21}^2}.|q_2| = \frac{36}{144}.36.10^{-8} = 9.10^{-8}(\text{C})$$

Vậy $\begin{cases} q_0 < 0 \\ \text{Có độ lớn } |q_0| = 9.10^{-8}(\text{C}) \end{cases}$

12. Cho $\begin{cases} q_1 = -625.10^{-8}C \\ q_2 = \dfrac{-1}{25}q_1 \\ AB = 16cm \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) Vị trí đặt } q_0 \text{ để } q_0 \text{ cân bằng?} \\ \text{b) Dấu } q_0 \text{ để hệ cân bằng} \end{cases}$

Giải





– Để q_0 cân bằng:

$$\vec{F}_{10} + \vec{F}_{20} = \vec{0} \Leftrightarrow \begin{cases} F_{10} = F_{20} \\ \vec{F}_{10} \uparrow\downarrow \vec{F}_{20} \end{cases}$$

– Do $F_{10} = F_{20} \Leftrightarrow k\dfrac{|q_1.q_0|}{r_{10}^2} = k\dfrac{|q_2.q_0|}{r_{20}^2}$

$$\Leftrightarrow \frac{r_{20}^2}{r_{10}^2} = \frac{|q_2|}{|q_1|} = \frac{1}{25}$$

$$\Leftrightarrow r_{10} = 5r_{20} \qquad (1)$$

– Do $r_{10} > r_{20}$ và $\vec{F}_{10} \uparrow\downarrow \vec{F}_{20}$ nên q_0 thuộc tia đối của tia BA.

$$\Rightarrow r_{10} - r_{20} = 12cm \qquad (2)$$

– Từ (1) và (2) $\begin{cases} r_{10} - r_{20} = 12 \\ r_{10} = 5r_{20} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r_{10} = 3cm \\ r_{20} = 15cm \end{cases}$

b) Dấu và độ lớn của q_0 để cả hệ cân bằng

– Để cả hệ cân bằng thì q_0 không thể mang dấu dương vì khi đó hợp lực tác dụng lên q_1 và q_2 sẽ khác không → q_1 và q_2 không cân bằng.

– Do đó, q_0 phải âm

– Do q_1 cân bằng:

$$F_{01} = F_{21}$$

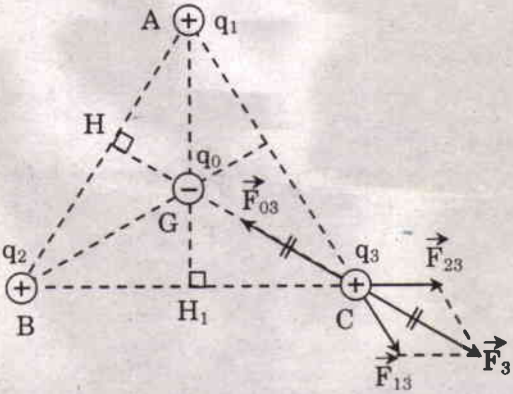
$$\Leftrightarrow k\frac{|q_0.q_1|}{r_{01}^2} = k\frac{|q_2.q_1|}{r_{21}^2}$$

$$\Leftrightarrow |q_0| = \frac{r_{01}^2}{r_{21}^2}.|q_2| = \frac{9}{225}.25.10^{-8} = 10^{-8}(C)$$

Vậy $\begin{cases} q_0 < 0 \\ \text{độ lớn } |q_0| = 10^{-8}C \end{cases}$

13. Cho $\begin{cases} q_1 = q_2 = q_3 = q = 3.10^{-6}C \\ a = 30cm \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}}$ Tìm vị trí đặt q_0 để hệ cân bằng.

Giải



– Xét điều kiện cân bằng của điện tích q_3.

+ $F_{13} = k\frac{|q_1.q_3|}{r_{13}^2} = 9.10^9.\frac{9.10^{-12}}{9.10^{-2}} = 9.10^{-1}N$

+ $F_{23} = F_{13} = 9.10^{-1}N$

+ Hợp lực tác dụng lên q_3: $\vec{F}_3 = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23}$

- Độ lớn:

  $F_3^2 = F_{13}^2 + F_{23}^2 + 2F_{13}F_{23}.\cos60^0$

  $F_3 = 9\sqrt{3}.10^{-1}N.$

- Phương của $\vec{F}_3$ nằm trên phân giác trong của góc C
- Chiều từ H đến C.

+ Như vậy để q_3 cân bằng thì ta phải đặt điện tích q_0 trên đường phân giác HC (1)

– Xét điều kiện cân bằng của q_1

- $F_{21} = F_{31} = 9.10^{-1}N$
- Hợp lực tác dụng lên q_1:

+ Độ lớn: $F_1 = 9\sqrt{3}.10^{-1}N$

+ Phương $\vec{F_1}$ trên đường phân giác góc A

+ Chiều từ $H_1 \rightarrow A$

- Như vậy để q_1 cân bằng thì q_0 nằm trên phân giác của góc A. (2)

– Tương tự khi xét thêm điều kiện cân bằng của q_2 thì q_0 nằm trên phân giác của B. (3)

– Từ (1), (2) và (3) $\Rightarrow$ q_0 phải đặt tại tâm tam giác ABC.

– Dấu của q_0 phải âm.

– Độ lớn q_0.

Do q_3 cân bằng nên:

$$F_{03} = F_3$$

$$\Leftrightarrow k\frac{|q_0.q_3|}{r_{03}^2} = F_3$$

Mà $r_{03} = CG = \frac{2}{3}AH = \frac{2}{3}a\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{30}{\sqrt{3}}$ cm

$$= 10\sqrt{3}\text{ cm} = \sqrt{3}.10^{-1}\text{m}$$

$$\Rightarrow |q_0| = \frac{F_3.r_{03}^2}{k.|q_3|} = \frac{9.\sqrt{3}.10^{-1}.3.10^{-2}}{9.10^9.3.10^{-6}} = \frac{\sqrt{3}}{3}.10^{-6}C$$

$$\text{Vậy}\begin{cases} q_3 < 0 \\ \text{Độ lớn } |q_0| = \frac{\sqrt{3}}{3}.10^{-6}C \end{cases}$$

IV. Bài tập tương tự

1. Hai quả cầu nhỏ mang điện tích đặt trong môi trường $\varepsilon = 2$ và cách nhau 1m thì chúng đẩy nhau bằng một lực 0,9N. Cho điện tích tổng cộng của hai vật là $3.10^{-5}C$. Tính điện tích của mỗi vật.

2. Cho tam giác đều ABC cạnh a = 30cm. Hai điện tích điểm $q_1 = q_2 = 3.10^{-7}C$ và điện tích điểm $q_3 = -3.10^{-7}C$. Hệ ba điện tích đặt trong chân không.

   a) Xác định vectơ lực tác dụng lên mỗi điện tích.

   b) Đặt $q_0 = 10^{-7}C$ tại tâm tam giác. Xác định vectơ lực tác dụng lên q_0.

3. Hai điện tích điểm $|q_1| = 4|q_2|$ đặt tại A, B cách nhau 12cm. Tìm vị trí đặt q_0 để q_0 cân bằng trong các trường hợp sau:

a) q_1 âm và q_2 âm

b) q_1 dương và q_2 âm

c) q_1 âm và q_2 dương

d) ở câu a, b, c muốn q_0 cân bằng thì dấu và độ lớn của q_0 phải thỏa điều kiện gì?

4. Ba điện tích điểm q_1, q_2, q_3 đều mang điện tích âm có cùng độ lớn điện tích 10^{-8}C, đặt tại ba đỉnh của tam giác đều ABC. Hệ thống đặt trong không khí

a) Xác định vectơ lực tác dụng lên mỗi điện tích.

b) Tìm dấu và độ lớn, vị trí đặt q_0 để cả hệ thống cân bằng.

Bài 2. ĐIỆN TRƯỜNG

I. Kiến thức cần nắm

– Điện trường là dạng vật chất tồn tại xung quanh điện tích.

– Tính chất cơ bản của điện trường là nó tác dụng lực điện lên các điện tích khác đặt trong nó.

– Vectơ cường độ điện trường

$$\boxed{\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}} \Leftrightarrow \boxed{\vec{F} = q\vec{E}}$$

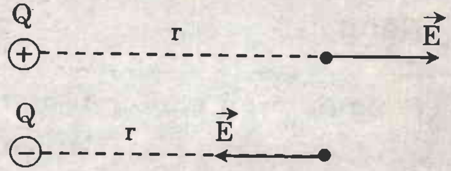
- Nếu $q > 0$: $\vec{F} \uparrow\uparrow \vec{E}$
- Nếu $q < 0$: $\vec{F} \uparrow\downarrow \vec{E}$

Chú ý: q ở các công thức trên không phải q gây ra điện trường mà chỉ là q đưa vào trong điện trường để “nghiên cứu” lực điện trường tác dụng lên nó.

– Cường độ điện trường do điện tích điểm Q gây ra:

$\vec{E}$
- – Điểm đặt tại điểm ta xét
- – Phương là đường nối từ Q đến điểm ta xét
- – Chiều → hướng xa Q nếu $Q > 0$
  - ↘ hướng vào Q nếu $Q < 0$
- – Độ lớn: $E = k\dfrac{|Q|}{\varepsilon r^2}$

Xanh love!



– Nguyên lí chồng chất điện trường

$$\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2} + ... + \vec{E_n}$$

II. Câu hỏi trắc nghiệm và bài tập cơ bản + nâng cao

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. Cường độ điện trường do điện tích điểm gây ra được xác định bởi công thức:

a. $E = \frac{F}{|q|}$ b. $E = k\frac{|q|}{\varepsilon r^3}$ c. $E = k\frac{|q|}{\varepsilon r^2}$ d. $\vec{E} = k\frac{q}{r^2}.\vec{r}$

2. Tại điểm M cách điện tích Q một khoảng r có cường độ điện trường là E. Nếu di chuyển M ra xa đến vị trí cách Q một khoảng $r' = \frac{3}{2}r$ thì cường độ điện trường E' ở vị trí mới là:

a. $E' = \frac{4}{9}E$ b. $E' = \frac{9}{4}E$ c. $E' = \frac{3}{2}E$ d. $E' = \frac{2}{3}E$.

3. Đơn vị cường độ điện trường là:

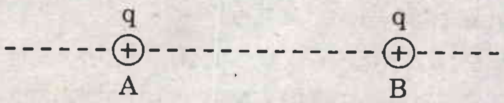
a. V   b. N   c. J   d. $\frac{N}{C}$.

4. Trong công thức xác định cường độ điện trường $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$. Nếu tăng q lên gấp hai lần thì cường độ điện trường sẽ:

a. Giảm một nửa   b. Tăng lên gấp đôi

c. Không đổi   d. Tăng lên gấp bốn lần.

5. Cho hai điện tích điểm +q đặt tại A và +q đặt tại B như hình vẽ. Nếu



a. Đặt q_0 trên tia đối AB thì q_0 không chịu lực tác dụng

b. Đặt q_0 trên tia đối BA thì q_0 không chịu lực tác dụng

c. Đặt q_0 tại bất kì vị trí nào thì q_0 đều chịu lực tác dụng

d. Đặt q_0 tại trung điểm AB thì q_0 không chịu lực tác dụng.

B. Bài tập cơ bản + Nâng cao

Dạng 1: Xác định cường độ điện trường tổng hợp:

Bước 1: Xác định vị trí cần xác định cường độ điện trường tổng hợp

Bước 2: Tìm độ lớn của cường độ điện trường thành phần:

$$E_1 = k\frac{|q_1|}{\varepsilon r_1^2};\ E_2 = k\frac{|q_2|}{\varepsilon r_2^2}....$$

Bước 3: Vẽ các vectơ cường độ điện trường $\vec{E_1}$, $\vec{E_2}$

Bước 4: Cường độ điện trường tổng hợp:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + ... + \vec{E}_n$$

Bước 5: Bỏ vectơ để thế số:

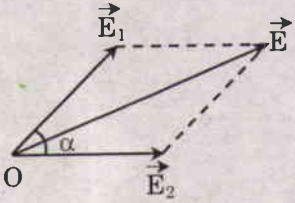
+ Nếu $\vec{E}_1 \uparrow\uparrow \vec{E}_2$ thì $E = E_1 + E_2$

+ Nếu $\vec{E}_1 \uparrow\downarrow \vec{E}_2$ thì $E = |E_1 - E_2|$

+ Nếu $\vec{E}_1 \perp \vec{E}_2$ thì $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$

+ Nếu $\left(\widehat{\vec{E}_1, \vec{E}_2}\right) = \alpha$ thì: $E^2 = E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2.\cos\alpha$

Bước 6: Xác định phương của $\vec{E}$ tổng hợp.



Bước 7: Kết luận chung về $\vec{E}$

1. Cho hai điện tích điểm $q_1 = 9.10^{-8}C$, $q_2 = -12.10^{-8}C$ đặt tại A, B cách nhau 12cm, trong không khí. Xác định cường độ điện trường tổng hợp tại:

a) M là trung điểm AB

b) N cách A 3cm, cách B 15cm.

2. Cho hai điện tích $q_1 = 4.10^{-10}C$, $q_2 = -4.10^{-10}C$ đặt tại hai điểm A, B trong không khí, AB = 6cm. Hãy xác định vectơ cường độ điện trường tại

a) M nằm trên trung trực của AB và cách AB một khoảng 4cm.

b) N nằm trên đường thẳng vuông góc với AB tại A và cách AB một khoảng 8cm.

3. Đặt tam giác đều ABC cạnh a = 10cm trong không khí. Tại B, C đặt hai điện tích $q_1 = 3.10^{-8}$C, $q_2 = -3.10^{-8}$C..

a) Xác định vectơ cường độ điện trường tổng hợp tại A.

b) Tại đỉnh C đặt điện tích $q_3 = \frac{1}{3}q_1$. Xác định cường độ điện trường tổng hợp tại chân đường cao CH của ΔABC.

4. Đặt tam giác đều ABC cạnh 10cm trong môi trường có hằng số điện môi ε = 2. Tại A đặt điện tích $q_1 = 6.10^{-8}$C, tại B và C đặt hai điện tích $q_2 = q_3 = -6.10^{-8}$. Xác định cường độ điện trường tổng hợp tại tâm tam giác.

Dạng 2: Diện trường tổng hợp triệt tiêu

– Gọi $\vec{E}_1$, $\vec{E}_2$, $\vec{E}_3$... $\vec{E}_n$ là cường độ điện trường do các điện tích điểm q_1, q_2, q_3... q_n gây ra.

– Gọi M là điểm trong không gian có chứa điện trường tổng hợp.

– Để cường độ điện trường tổng hợp tại M triệt tiêu thì:

$$\vec{E}_M = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + ... + \vec{E}_n = \vec{0}$$

– Xét trường hợp hai điện tích:

$$\bullet\ \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{0} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{E}_1 \uparrow\downarrow \vec{E}_2 \\ E_1 = E_2 \end{cases}$$

– Xét trường hợp ba điện tích:

$$\left.\begin{array}{l} \bullet\ \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 = \vec{0} \\ \text{Đặt } \vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \end{array}\right\}$$

$$\Rightarrow \vec{E} + \vec{E}_3 = \vec{0} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{E} \uparrow\downarrow \vec{E}_3 \\ E = E_3 \end{cases}$$

5. Cho hai điện tích điểm $q_1 = 36.10^{-6}$C, $q_2 = 4.10^{-6}$C đặt tại A và B trong không khí, AB = 100cm. Tìm điểm C tại đó có cường độ điện trường tổng hợp triệt tiêu.

6. Cho hai điện tích điểm $q_1 = 4.10^{-6}$C, $q_2 = -36.10^{-6}$C đặt tại A và B trong không khí, AB = 90cm. Tìm điểm C tại đó cường độ điện trường tổng hợp triệt tiêu.

7. Cho hai điện tích điểm $q_1 = -36.10^{-6}$C, $q_2 = 4.10^{-6}$C đặt tại A, B trong không khí, AB = 90cm. Tìm vị trí đặt điện tích q_0 để q_0 không chịu lực tác dụng.

8. Cho hai điện tích điểm q_1, q_2, đặt tại A và B, AB = 2cm. Biết $q_1 + q_2 = 7.10^{-8}C$ và điểm C cách q_1 6cm, cách q_2 8cm có cường độ điện trường tổng hợp bằng không. Tìm q_1, q_2.

9. Cho hình vuông ABCD, tại A và C đặt hai điện tích $q_1 = q_3 = q$. Hỏi phải đặt ở B một điện tích như thế nào để cường độ điện trường ở D triệt tiêu.

III. Hướng dẫn trả lời câu hỏi trắc nghiệm và bài tập

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. c. 2. a. 3. d. 4. c. 5. d.

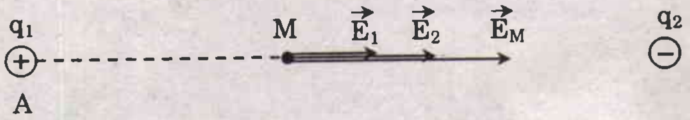
B. Bài tập

Dạng 1

1. Cho $\begin{cases} q_1 = 9.10^{-8} \\ q_2 = -12.10^{-8} \\ AB = 12cm \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} \begin{cases} a)\vec{E}_M? \\ b)\vec{E}_N? \end{cases}$

Giải

a) Xác định cường độ điện trường tổng hợp tại M.



- Độ lớn cường độ điện trường do q_1 gây ra:

$$E_1 = k\frac{|q_1|}{r_1^2} = 9.10^9\frac{|9.10^{-8}|}{36.10^{-4}} = \frac{9}{4}.10^5(V/m)$$

- Độ lớn cường độ điện trường do q_2 gây ra:

$$E_2 = k\frac{|q_2|}{r_2^2} = 9.10^9\frac{|-12.10^{-8}|}{36.10^{-4}} = 3.10^5(V/m)$$

- Cường độ điện trường tổng hợp tại M: $\vec{E}_M = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

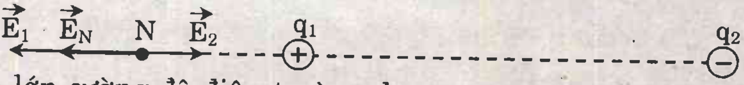
Do $\vec{E}_1 \uparrow\uparrow \vec{E}_2$ nên:

$$E_M = E_1 + E_2 = \frac{9}{4}.10^5 + 3.10^5 = \frac{21}{4}.10^5 = 5,25.10^5(V/m)$$

Vậy $\vec{E}_M$ có $\begin{cases} \text{– Điểm đặt tại M} \\ \text{– Phương AB} \\ \text{– Chiều từ } A \to B \\ \text{– Độ lớn } E_M = 5,25.10^5(V/m) \end{cases}$

b) Xác định cường độ điện trường tổng hợp tại N

– Do N cách A 3cm cách B 15cm nên N nằm trên tia đối của AB (NB = NA + AB = 15cm)



– Độ lớn cường độ điện trường do q_1 gây ra:

$$E_1 = k\frac{|q_1|}{r_1^2} = 9.10^9\frac{|9.10^{-8}|}{9.10^{-4}} = 9.10^5(V/m)$$

– Độ lớn cường độ điện trường do q_2 gây ra:

$$E_2 = k\frac{|q_2|}{r_2^2} = 9.10^9\frac{|-12.10^{-8}|}{225.10^{-4}} = 0,48.10^5(V/m)$$

– Cường độ điện trường tổng hợp tại N

$$\vec{E}_N = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

Do $\vec{E}_1 \uparrow\downarrow \vec{E}_2$ nên

$$E_N = E_1 - E_2 = (9 - 0,48).10^5 = 8,52.10^5(V/m)$$

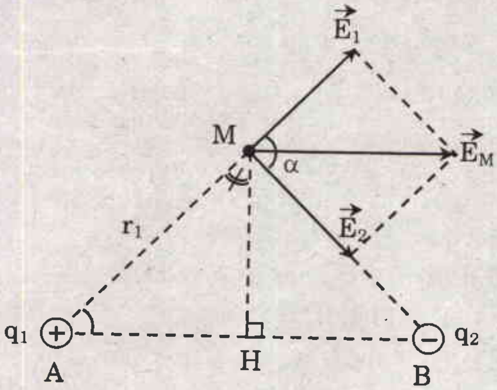
$$\text{Vậy } \vec{E}_N \text{ có} \begin{cases} \text{– Điểm đặt tại N} \\ \text{– Phương AB} \\ \text{– Chiều từ B} \rightarrow \text{A} \\ \text{– Độ lớn } E_N = 8{,}52.10^5(V/m) \end{cases}$$

$$\text{2. Cho} \begin{cases} q_1 = 4.10^{-10} \\ q_2 = -4.10^{-10} \\ AB = 6cm = 6.10^{-2}m \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} \begin{cases} a)\vec{E}_M? \\ b)\vec{E}_N? \end{cases}$$

Giải

a) Xác định cường độ điện trường tại M

- $AM = BM = \sqrt{AH^2 + HM^2} = 5cm = 5.10^{-2}m$



- Độ lớn cường độ điện trường do q_1 gây ra

$$E_1 = k\frac{|q_1|}{r_1^2} = 9.10^9\frac{|4.10^{-10}|}{25.10^{-4}} = 1,44.10^3 (V/m)$$

- Độ lớn cường độ điện trường do q_2 gây ra

$$E_2 = k\frac{|q_2|}{r_2^2} = 9.10^9\frac{|-4.10^{-10}|}{25.10^{-4}} = 1,44.10^3 (V/m)$$

- Cường độ điện trường tổng hợp:

$$\vec{E}_M = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$\Rightarrow E_M^2 = E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2.\cos\alpha$$

- Tìm α

$$+ \cos\widehat{AMH} = \frac{MH}{MA} = \frac{4}{5} \Rightarrow \widehat{AMH} = 36,9^0$$

$$\Rightarrow \widehat{AMB} = 2\widehat{AMH} = 73,8^0$$

$$\Rightarrow \alpha = 180^0 - \widehat{AMB} = 106,2^0$$

$$\Rightarrow E_M^2 = (1,44.10^3)^2 + (1,44.10^3)^2 + 2.1,44.10^3.1,44.10^3.\cos 106,2^0$$

$$\Rightarrow E_M = 2,38.10^3 (V/m)$$

– Phương của $\vec{E}_M$

- Do $\vec{E}_M$ là phân giác của góc α nên $\vec{E}_M$ hợp với MB một góc $\frac{\alpha}{2} = 53,1^0$.

Vậy $\vec{E}_M$ có
- Điểm đặt tại M
- Phương hợp với MB một góc $53,1^0$
- Chiều từ A → B
- Độ lớn $E_M = 2,38.10^3 (V/m)$

c) Cường độ điện trường tại N:

Theo đề thì ΔANB vuông tại A

$$\Rightarrow NB = \sqrt{AN^2 + AB^2} = \sqrt{36 + 64} = 10cm = 10^{-1}m$$

– Độ lớn cường độ điện trường do q_1 gây ra:

$$E_1 = k\frac{|q_1|}{r_1^2} = 9.10^9\frac{|4.10^{-10}|}{64.10^{-4}} = 0,56.10^3 = 560 (V/m)$$

– Độ lớn cường độ điện trường do q_2 gây ra:

$$E_2 = k\frac{|q_2|}{r_2^2} = 9.10^9\frac{|-4.10^{-10}|}{10^{-2}} = 360 (V/m)$$

– Cường độ điện trường tổng hợp:

$$\vec{E}_N = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$\Rightarrow E_N^2 = E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2.\cos\alpha$$

Tìm α:

Ta có:

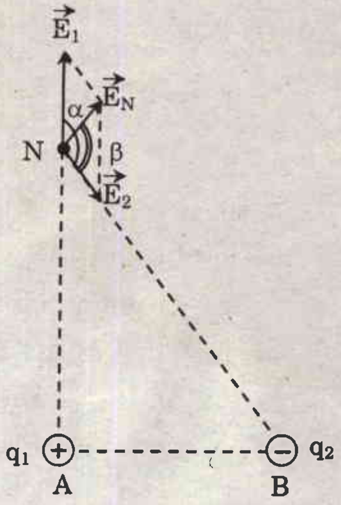
$$\cos\widehat{ANB} = \frac{AN}{NB} = \frac{8}{10}$$

$$\Rightarrow \widehat{ANB} = 36{,}9^0$$

$$\Rightarrow \alpha = 143^0$$

$$\Rightarrow E_N^2 = 560^2 + 360^2 + 2.560.360\cos143^0$$

$$\Rightarrow E_N = 348(V/m)$$



+ Phương của $\vec{E}_N$

- Xét ΔE_NNE_2, theo định lí hàm số cosin:

$$E_1^2 = E_2^2 + E_N^2 - 2E_2E_N\cos\beta$$

$$\Rightarrow \cos\beta = \frac{E_2^2 + E_N^2 - E_1^2}{2E_2E_N} = -0{,}25 \Rightarrow \beta = 104^0$$

$$\text{Vậy } \vec{E}_N \text{ có} \begin{cases} \text{– Điểm đặt tại N} \\ \text{– Phương hợp với NB một góc } 104^0 \\ \text{– Chiều như hình vẽ} \\ \text{– Độ lớn } E_N = 348(V/m) \end{cases}$$

3. Cho $\begin{cases} q_1 = 3.10^{-8}C \\ q_2 = -3.10^{-8}C \\ a = 10cm = 10^{-1}m \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} \begin{cases} a)\vec{E}_A? \\ b)\vec{E}_H? \end{cases}$

Giải

+ Độ lớn cường độ điện trường do q_1 gây ra:

$$E_1 = k\frac{|q_1|}{r_1^2} = 9.10^9\frac{|3.10^{-8}|}{10^{-2}} = 27.10^3(V/m)$$

+ Độ lớn cường độ điện trường do q_2 gây ra:

$$E_2 = k\frac{|q_2|}{r_2^2} = 9.10^9\frac{|-4.10^{-8}|}{10^{-2}} = 27.10^3(V/m)$$

+ Cường độ điện trường tổng hợp:

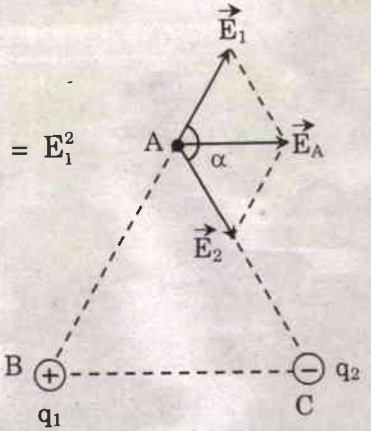
$$\vec{E}_A = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$\Rightarrow E_A^2 = E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2.\cos 120^0$

Do $E_1 = E_2$

$\Rightarrow E_A^2 = 2E_1^2\,(1 + \cos\alpha) = 2.\ E_1^2\left(1 - \frac{1}{2}\right) = E_1^2$

$\Rightarrow E_A = E_1 = 27.10^3$ (V/m)



+ Phương của $\vec{E}_A$

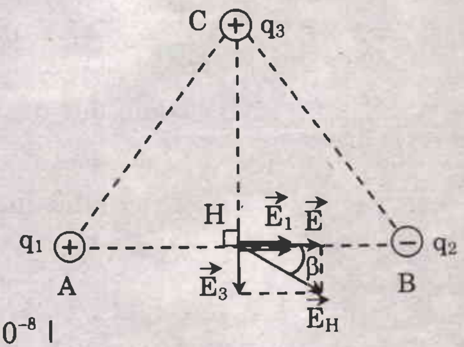
- Do tứ giác $E_1AE_2E_A$ là hình thoi

$\Rightarrow \vec{E}_A$ là phân giác của góc α

$\Rightarrow \vec{E}_A$ hợp với AC một góc 60^0.

+ Vậy $\vec{E}_A$ có
- Điểm đặt tại A
- Phương hợp với AC một góc 60^0
- Chiều từ B → C
- Độ lớn $E_N = 27.10^3$(V/m)

b) Cường độ điện trường tại H là chân đường cao của AH



– CH = $\frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{10}{\sqrt{3}}$ cm $= \frac{10^{-1}}{\sqrt{3}}$ m

– $E_3 = k\frac{|q_3|}{r_3^2} = 9.10^9\frac{10^{-8}}{10^{-2}}.3$

$= 27.10^3$(V/m)

– Cường độ điện trường do q_1, q_2 gây ra tại H.

$E_1 = E_2 = k\frac{|q_1|}{r_1^2} = 9.10^9\frac{|4.10^{-8}|}{25.10^{-4}}$

$= 1{,}44.10^5 = 144.10^3$(V/m)

– Cường độ điện trường tổng hợp:

$$\left.\begin{array}{l}\vec{E}_H = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{F}_3\\ \text{Đặt}\,\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2\end{array}\right\}\Rightarrow \vec{E}_H = \vec{E} + \vec{E}_3$$

Do $\vec{E} \perp \vec{E}_3$

$\Rightarrow E_H = \sqrt{E^2 + E_3^2}$

- Tìm E

Do $\vec{E}_1 \uparrow\uparrow \vec{E}_2$

$\Rightarrow E = E_1 + E_2 = 288.10^3$(V/m)

$\Rightarrow E_H = \sqrt{E^2 + E_3^2} = (\sqrt{288^2 + 27^2}).10^3 = 288.10^3 (V/m)$

– Phương của $\overrightarrow{E_H}$

Ta có $\tan\beta = \dfrac{E_3}{E} = \dfrac{27.10^3}{288.10^3} = 0{,}093$

$\Rightarrow \beta = 5{,}3^0$

Vậy $\vec{E}_H$ có
- Điểm đặt tại H
- Phương hợp với AB một góc $5{,}3^0$
- Chiều như hình vẽ
- Độ lớn $E_H = 289.10^3 (V/m)$

4. Cho $\begin{cases} q_1 = 6.10^{-8}C \\ q_2 = q_3 = -6.10^{-8}C \\ \varepsilon = 2 \\ a = 10cm = 10^{-1}m \end{cases} \xrightarrow{\text{xác định}} \vec{E}_G\,?$

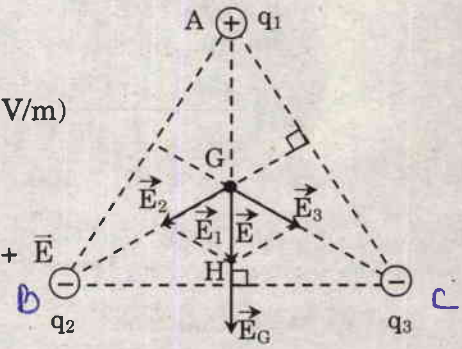
Giải

+ $AG = BG = CG = \dfrac{a}{\sqrt{3}} = \dfrac{10}{\sqrt{3}} cm$

+ Độ lớn cường độ điện trường do q_1, q_2, q_3 gây ra tại G.

$$E_1 = E_2 = E_3 = k\frac{|q_1|}{\varepsilon r_1^2}$$

$$= 9.10^9 \frac{|6.10^{-8}|}{2.10^{-2}}:3 = 81.10^3\ (V/m)$$



+ Cường độ điện trường tổng hợp:

$$\left.\begin{aligned} &\vec{E}_G = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 \\ &\text{Đặt } \vec{E} = \vec{E}_2 + \vec{E}_3 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \vec{E}_G = \vec{E}_1 + \vec{E}$$

- Tìm $\vec{E}$:

+ Độ lớn: $E^2 = E_2^2 + E_3^2 + 2E_3E\cos120^0$

$= 2E_2^2(1 + \cos120^0) = E_2^2$

$\Rightarrow E = E_2 = 81.10^3\ (V/m)$

+ Phương $\vec{E}$: Dễ dàng thấy được $\vec{E}$ trùng với AH.

+ Chiều $\vec{E}$ hướng từ A → H

- Tìm $\vec{E}_G$

  + Độ lớn $\vec{E}_1$ $\vec{E}_G$

  Do $\vec{E} \uparrow\uparrow \vec{E}_1$

  $\Rightarrow E_G = E + E_1 = 81.10^3 + 81.10^3 = 162.10^3$ (V/m)

  + Phương $\vec{E}_G$:

Phương $\vec{E}_G$ vuông góc AB

$$\text{Vậy } \vec{E}_G \text{ có } \begin{cases} -\text{ Điểm đặt tại G} \\ -\text{ Phương } \perp \text{ AB} \\ -\text{ Chiều từ A } \rightarrow \text{ H} \\ -\text{ Độ lớn E} = 162.10^3 (\text{V/m}) \end{cases}$$

Dạng 2: Điện trường tổng hợp triệt tiêu.

$$\textbf{5.}\text{ Cho } \begin{cases} q_1 = 36.10^{-6}\text{C} \\ q_2 = 4.10^{-6}\text{C} \\ \text{AB} = 100\text{cm} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \text{Vị trí C để } \vec{E}_C = \vec{0}$$

Giải

$$- \text{Để } \vec{E}_C = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{E}_1 \uparrow\downarrow \vec{E}_2 \\ E_1 = E_2 \end{cases}$$

$$- \text{Do } E_1 = E_2 \Leftrightarrow k\frac{|q_1|}{r_1^2} = k\frac{|q_2|}{r_2^2} \Leftrightarrow \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{|q_2|}{|q_1|} = \frac{1}{9}$$

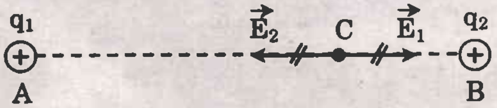
$$\Rightarrow r_1 = 3r_2 \ (1)$$

- Để có $\vec{E}_1 \uparrow\downarrow \vec{E}_2$ thì C phải thuộc đoạn AB

$\Rightarrow r_1 + r_2 = AB = 100$ (2)

$$- \text{Từ (1) và (2)} \Rightarrow \begin{cases} r_1 + r_2 = 100 \\ r_1 = 3r_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r_1 = 75\text{cm} \\ r_2 = 25\text{cm} \end{cases}$$

Vậy C đặt cách A 75cm.



$$\textbf{6.}\text{ Cho } \begin{cases} q_1 = 4.10^{-6}\text{cm} \\ q_2 = 36.10^{-6}\text{cm} \\ \text{AB} = 90\text{cm} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \text{Vị trí C để } \vec{E}_C = \vec{0}$$

Giải

– Để $\vec{E}_C = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{0} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{E}_1 \uparrow\downarrow \vec{E}_2 \\ E_1 = E_2 \end{cases}$

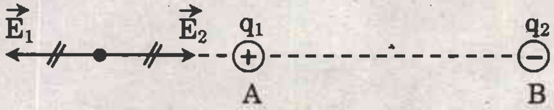
– Do $E_1 = E_2 \Leftrightarrow k\dfrac{|q_1|}{r_1^2} = k\dfrac{|q_2|}{r_2^2} \Leftrightarrow \dfrac{r_2^2}{r_1^2} = \dfrac{|q_2|}{|q_1|} = 3$

– Do $\vec{E}_1 \uparrow\downarrow \vec{E}_2$ và $r_2 > r_1$ nên C phải thuộc tia đối của AB:

$\Rightarrow r_2 - r_1 = AB = 90$ (cm) (2)

– Từ (1) và (2) $\begin{cases} r_2 - r_1 = 90 \\ r_2 = 3r_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r_1 = 45\text{cm} \\ r_2 = 135\text{cm} \end{cases}$

– Vậy C cách A 45cm.



7. Cho $\begin{cases} q_1 = -36.10^{-6}C \\ q_2 = 4.10^{-6}C \\ AB = 90cm \end{cases} \xrightarrow{\text{tìm}}$ Vị trí đặt q_0 để $\vec{F} = 0$

Giải

– Để lực tác dụng lên q_0 bằng không thì cường độ điện trường tổng hợp tại đó phải triệt tiêu → $\vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{0} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{E}_1 \uparrow\downarrow \vec{E}_2 \\ E_1 = E_2 \end{cases}$

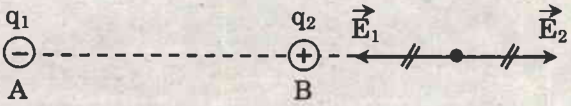
Do $E_1 = E_2 \Leftrightarrow k\dfrac{|q_1|}{r_1^2} = k\dfrac{|q_2|}{r_2^2} \Leftrightarrow \dfrac{r_2^2}{r_1^2} = \dfrac{|q_2|}{|q_1|} = \dfrac{1}{9}$

$\Rightarrow r_1 = 3r_2$ (1)

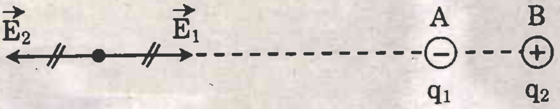
– Do $\vec{E}_1 \uparrow\downarrow \vec{E}_2$ và $r_1 > r_2$ nên vị trí đó phải thuộc tia đối của BA.

$\Rightarrow r_1 - r_2 = AB = 90$cm (2)

– Từ (1) và (2) $\begin{cases} r_1 - r_2 = 90\text{cm} \\ r_1 = 3r_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r_1 = 135\text{cm} \\ r_1 = 45r_2 \end{cases}$



8. Cho $\begin{cases} AB = 2cm \\ q_1 + q_2 = 7.10^{-8}C \\ CA = 6cm \\ CB = 8cm \\ \vec{E}_C = \vec{0} \end{cases}$



Giải

– Ta có CB = CA + AB = 8cm ⇒ điểm C thuộc tia đối AB.

– Do $\vec{E}_C = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{0} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{E}_1 \uparrow\downarrow \vec{E}_2 \\ E_1 = E_2 \end{cases}$

– Do $E_1 + E_2 \Leftrightarrow k\frac{|q_1|}{r_1^2} = k\frac{|q_2|}{r_2^2}$

$$\Leftrightarrow \frac{|q_2|}{|q_1|} = \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{64}{36} = \frac{16}{9} \ (1)$$

– Do C thuộc tia đối của AB, tại đó có điện trường tổng hợp triệt tiêu nên: q_1, q_2 phải trái dấu.

– Từ (1) ⇒ $\frac{q_2}{q_1} = -\frac{16}{9}$

–Giải hệ $\begin{cases} q_1 + q_2 = 7.10^{-8} \\ q_2 = -\frac{16}{9}q_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} q_1 = -9.10^{-8}C \\ q_2 = 16.10^{-8}C \end{cases}$

9. Cho $\begin{cases} q_1 = q_3 = q \\ a \end{cases}$ → Đặt tại B điện tích q = ? để $\vec{E}_D = \vec{0}$

Giải

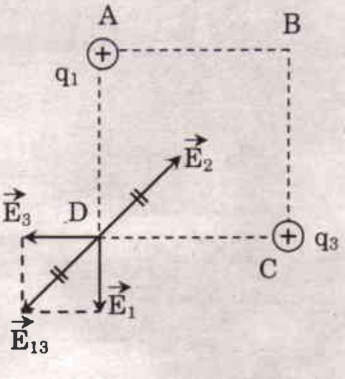
– Giải sử $q_1 > 0$, $q_3 > 0$

– Cường độ điện trường do q_1, q_3 gây ra tại D:

- $F_1 = k\frac{|q_1|}{a^2} = k\frac{q}{a^2}$
- $E_3 = k\frac{|q_3|}{a^2} = k\frac{q}{a^2}$

* $\vec{E}_{13} = \vec{E}_1 + \vec{E}_3$

– Do $\vec{E}_1 \perp \vec{E}_3$



$$\Rightarrow E_{13} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{2}\,E_1 = k\sqrt{2}\,.\frac{q}{a^2}$$

- Phương của $\vec{E}_{13}$ nằm trên đường chéo BD
- Chiều từ D → B.

– Để cường độ điện trường tổng hợp tại D bằng không thì:

$$\vec{E}_{13} + \vec{E}_2 = \vec{0} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{E}_{13} \uparrow\downarrow \vec{E}_2 \\ E_{13} = E_2 \end{cases}$$

– Để $\vec{E}_{13} \uparrow\downarrow \vec{E}_2$ thì tại B ta phải đặt $q_2 = -q$

– Độ lớn q_2

Do $E_{13} = E_2$

$$\Leftrightarrow k\sqrt{2}\,.\frac{q}{a^2} = k\frac{|q_2|}{2a^2} \quad (BD^2 = DA^2 + AB^2 = 2a^2)$$

$$\Rightarrow |q_2| = 2\sqrt{2}\,q$$

$$\text{Vậy} \begin{cases} q_2 < 0 \\ \text{Độ lớn } |q_2| = 2\sqrt{2}q \end{cases}$$

III. Bài tập tương tự

1. Cho hai điện tích q_1, q_2 cách nhau 10cm, điện tích $q_1 = 5.10^{-9}C$, điện tích $q_2 = -5.10^{-9}C$. Xác định cường độ điện trường tại:

a) M nằm trên đường thẳng qua hai điện tích và cách đều hai điện tích.

b) N cách q_1 5cm và cách q_2 15cm đặt tại A, B trong không khí, AB = 4cm.

2. Cho hai điện tích $q_1 = 8.10^{-10}C$, $q_2 = -8.10^{-10}C$ đặt tại A, B trong không khí, AB = 4cm. Xác định vectơ cường độ điện trường tại:

a) H là trung điểm AB

b) N cách A 3cm cách B 5cm

3. Cho hai điện tích điểm q_1 và q_2 đặt tại A, B trong không khí AB = 100cm. Tìm điểm C tại đó cường độ điện trường tổng hợp bằng không khi

a) $|q_1| = 4|q_2|$ với q_1, q_2 cùng dấu

b$|q_1| = 3|q_2|$ với q_1, q_2 trái dấu

4. Cho hình thoi ABCD, cạnh a, tại B, D đặt các điện tích $q_2 = q_4 = q$. Hỏi phải đặt ở C một điện tích như thế nào để cường độ điện trường ở A bằng không.

Bài 3. ĐƯỜNG SỨC ĐIỆN – CÔNG CỦA LỰC ĐIỆN TRƯỜNG HIỆU ĐIỆN THẾ

I. Kiến thức cần nắm

1. Đường sức điện

– Là đường cong sao cho tiếp tuyến với nó tại mọi điểm đều trùng với vectơ cường độ điện trường tại điểm đó

– Tính chất

+ Tại mọi điểm chỉ vẽ được một đường sức

+ Các đường sức không khép kín

+ Các đường sức không cắt nhau

+ Nơi có đường sức dày thì cường độ điện trường mạnh và ngược lại

+ Điện trường đều có vectơ cường độ điện trường bằng nhau tại mọi điểm

2. Công của lực điện trường

$$\boxed{A = qEd}$$

Trong đó: $\begin{cases} q\ (c): \text{điện tích di chuyển} \\ E\ (V/m): \text{Cường độ điện trường} \\ d\ (m): \text{Hình chiếu của đường đi lên đường sức} \end{cases}$

Chú ý: • $d > 0$ khi hình chiếu cùng chiều đường sức

• $d < 0$ khi hình chiếu ngược chiều đường sức

– Công của lực điện trường không phụ thuộc vào dạng đường đi mà chỉ phụ thuộc vào điểm đầu và cuối ⇒ điện trường tĩnh là trường thế.

3. Hiệu điện thế

– $A = qU \Leftrightarrow U = \dfrac{A}{q}$

– Liên hệ E và U

$E = \dfrac{U}{d}$ d(m): khoảng cách hình học giữa 2 điểm trên đường sức

II. Câu trắc nghiệm và bài tập cơ bản + Nâng cao

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. Khi nói về đường sức điện trường thì điều nào sau đây là sai.

a. Qua bất kì điểm nào trong điện trường cũng vẽ được một đường sức.

b. Nơi có điện trường mạnh thì các đường sức dày hơn, nơi có điện trường yếu thì các đường sức thưa.

c. Đường sức điện trường tĩnh là đường cong kín

d. Đường sức điện trường tĩnh không khép kín

2. Khi nói về công của lực điện trường làm dịch chuyển q trong điện trường thì điều nào sau đây là sai.

a. Công của lực điện trường phụ thuộc vào điện tích di chuyển.

b. Công của lực điện trường phụ thuộc vào hình dạng đường đi.

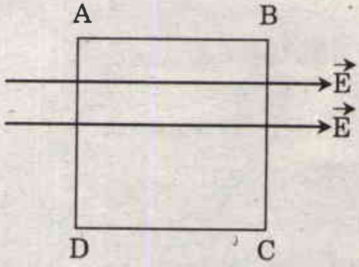
c. Công của lực điện trường, dịch chuyển điện tích trên đường cong khép kín thì bằng không

d. Công của lực điện trường không phụ thuộc vào hình dạng đường đi

3. Đơn vị của công là:

a. N　　b. V　　c. V/m　　d. J.

4. Trong điện trường đều, đặt hình vuông cạnh a như hình vẽ. Hãy so sánh công của lực điện trường trong các trường hợp sau:



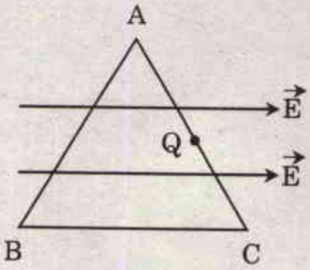
a. $A_{AC} > A_{AB}$

b. $A_{ABC} > A_{DC}$.

c. $A_{AC} < A_{AD}$

d. $A_{AB} = A_{AC}$.

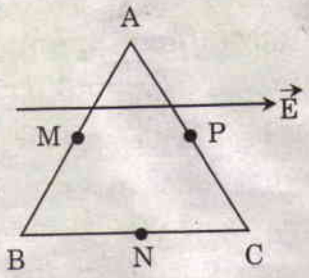
5. Trong điện trường đều, đặt tam giác đều cạnh a. Công của lực điện trường làm dịch chuyển điện tích q > 0 từ C đến Q là (Q là trung điểm AC)



a. $qE\frac{a}{2}$　　b. $-qE\frac{a}{2}$

c. $qE\frac{a}{4}$　　d. $-qE\frac{a}{4}$.

6. Trong điện trường đều, đặt tam giác đều, cạnh a. So sánh công của lực điện trường trong các trường hợp sau:



a. $A_{ABCA} > A_{MNPM}$

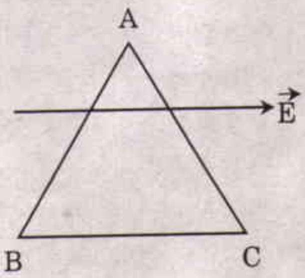
b. $A_{ABCA} = 2A_{MNPM}$

c. $A_{ABCA} = A_{MNPM}$

d. $A_{ABCA} > A_{MBNA}$.

Với M, N, D là trung điểm AB, BC, CA.

7. Trong điện trường đều, đặt tam giác đều, cạnh a. Hiệu điện thế giữa hai điểm B và A được tính bởi:



a. $U_{BA} = E.a$

b. $U_{BA} = -E.a$

c. $U_{BA} = E\frac{a}{2}$

d. $U_{BA} = -E\frac{a}{2}$.

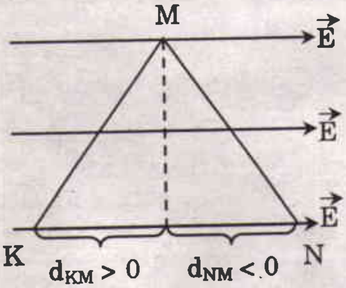
B. Bài tập

Dạng 1: Tính công của lực điện trường

– Áp dụng:

$$\boxed{A = qEd}$$

Trong đó: d là hình chiếu của đường đi lên đường sức:



• q lấy giá trị đại số

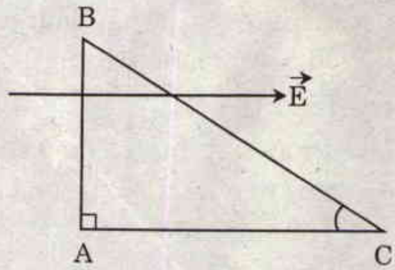
1. Một điện tích điểm $q = 10\mu C$ chuyển động từ đỉnh B đến đỉnh C của tam giác đều ABC. Tam giác ABC nằm trong điện trường đều có cường độ 5000 V/m. Đường sức của điện trường này song song với BC và có chiều từ C → B cạnh của tam giác bằng 10cm. Tính công của lực điện trường khi điện tích di chuyển trong hai trường hợp sau:

a) q chuyển động trên đoạn thẳng BC

b) q chuyển động theo đoạn gấp khúc BAC.

Tính công trên các đoạn BA, AC.

2. Trong điện trường đều có cường độ 3000 V/m, đặt tam giác vuông ABC như hình vẽ, có $C = 30^0$, AB = 3cm



a) Tính công dịch chuyển một electron trên đoạn: BC, CA.

b) Tính công làm dịch chuyển một electron trên đường gấp khúc ABCA. Nhận xét.

Dạng 2: Điện thế – Hiệu điện thế

Áp dụng công thức:

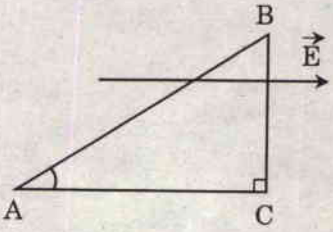
$$\left.\begin{array}{l} A = qEd \\ A = qU \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{U = Ed}$$

+ Tính điện thế:

- Chọn điểm làm gốc điện thế
- Áp dụng: $U_{12} = V_1 - V_2$

Ví dụ: Chọn ví trí 1 làm gốc điện thế thì $V_1 = 0 \Rightarrow V_2 = -U_{12}$

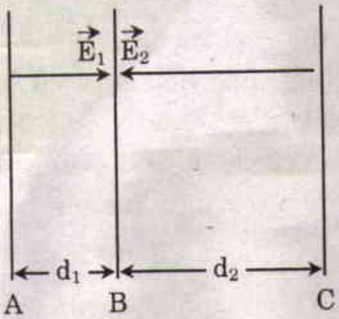
3. Ba điểm A, B, C tạo thành một tam giác vuông tại C; AC = 8cm; BC = 6cm và nằm trong điện trường đều có vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ song song AC, hướng từ A → C và có độ lớn E = 6000 V/m. Tính



a) U_{AC}, U_{BC}, U_{AB}

b) Chọn A làm gốc điện thế, tính điện thế tại B, C.

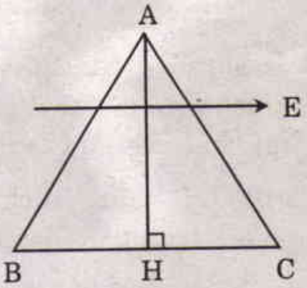
4. Cho ba bản kim loại phẳng A, B, C đặt song song như hình vẽ, $d_1 = 4cm$, $d_2 = 8cm$, điện trường giữa các bản là đều, có chiều như hình vẽ. Chọn gốc điện thế tại C. Tính điện thế tại A, B cho E = 5000 (V/m)



5. Đặt tam giác đều ABC, cạnh a = 10cm trong điện trường đều, có cường độ 3000 V/m, hướng từ B → C.

a) Tính U_{AB}, U_{AC}

b) Phải đặt tại C một điện tích như thế nào để điện trường tổng hợp tại H bằng không.



III. Hướng dẫn trả lời câu hỏi trắc nghiệm + Bài tập

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. c **2.** b **3.** d **4.** d **5.** d **6.** c. **7.** c

B. Bài tập

$$1.\ \begin{cases} q = 10\mu c = 10^{-5}C \\ E = 5.10^{3}(V/m) \\ \vec{E} // CB \\ a = 10cm = 10^{-1}m \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} a)\ A_{BC} \\ b)\ A_{BA},\ A_{AC} \end{cases}$$

Giải

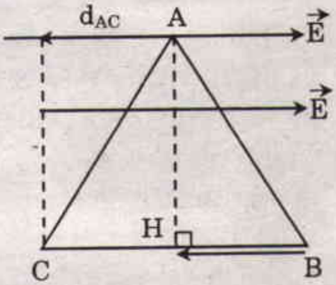
a) Tính công trên BC

$A_{BC} = qEd_{BC}$

Với $d_{BC} = -BC$

$\Rightarrow A_{BC} = -qE.BC$

$= -10^{-5}.5.10^{3}.10^{-1} = -5.10^{-3}$ (J)



b) A_{BA}, A_{AC}

* $A_{BA} = qEd_{BA}$

Với $d_{BA} = -HB = -\dfrac{a}{2} = -5cm = -5.10^{-2}m$

(Dấu "–" do hình chiếu ngược chiều đường sức)

$$\Rightarrow A_{BA} = -qE.\frac{a}{2} = -10^{-5}.5.10^{3}.5.10^{-2} = -25.10^{-4}\ (J)$$

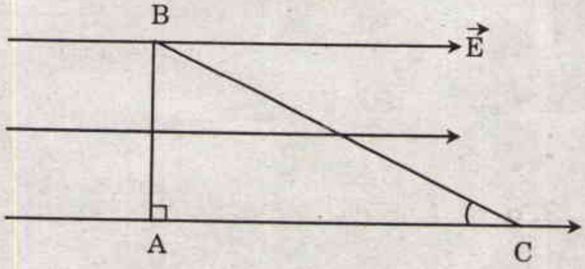
* $A_{AC} = qEd_{AC}$

Với $d_{AC} = -AH = -\dfrac{a}{2}$

$$\Rightarrow A_{AC} = -qE.\ \frac{a}{2} = -25.10^{-4}\ (J)$$

$$\textbf{2.}\ \text{Cho}\begin{cases} E = 3000V/m \\ C = 30^0 \\ AB = 3cm \\ q = 1,6.10^{-19}C \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} a) A_{BC},\ A_{CA} \\ b) A_{ABCA}\ ? \end{cases}$$

Giải



* A_{BC}

$$\ast\ \tan\widehat{C} = \frac{AB}{AC} \Leftrightarrow AC = \frac{AB}{\tan 30^0} = \frac{3}{\frac{1}{\sqrt{3}}} = 3\sqrt{3}\ cm$$

• $A_{BC} = qEd_{BC}$

Với $d_{BC} = AC = 3\sqrt{3}\ cm = 3\sqrt{3}.10^{-2}m$

$$\Rightarrow A_{BC} = -1,6.10^{-19}.3.10^{3}.3\sqrt{3}.10^{-2} = -14,4\sqrt{3}.10^{-18}\ (J)$$

* A_{CA}

$A_{CA} = A_{AB} + A_{BC}$

Mà $A_{AB} = 0$

$$\Rightarrow A_{CA} = A_{BC} = -14,4\sqrt{3}.10^{-18}\ (J)$$

b) A_{ABCA}

$A_{ABCA} = A_{AB} + A_{BC} + A_{CA} = 0$

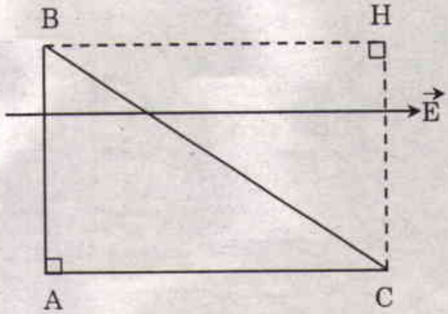
Vì công làm dịch chuyển điện tích trên đường khép kín thì bằng không.

Dạng 2: Điện thế - Hiệu điện thế

$$\textbf{3.}\ \text{Cho}\begin{cases}AC = 8cm\\ BC = 6cm\\ \vec{E} // AC\\ E = 6000\ (V/m)\end{cases}\xrightarrow{\text{Tìm}}\begin{cases}\text{a) } U_{AC},\ U_{BC};\ U_{AB}\\ \text{b) Tính} V_B;\ V_C\end{cases}$$

Giải

a) Tính U_{AC}, U_{CB}, U_{AB}



- $U_{AC} = E.d_{AC}$

với $d_{AC} = AC$

$\Rightarrow U_{AC} = E.AC = 6.10^3.8.10^{-2}$

$= 480\ (V)$

- $U_{BC} = E.d_{BC}$

Với $d_{BC} = BH = AC = 8cm$

$= 8.10^{-2}m$

$\Rightarrow U_{BC} = 6.10^3.8.10^{-2} = 480\ (V)$

- U_{AB}

$U_{AB} = E.d_{AB}$

$d_{AB} = 0$

$\Rightarrow U_{AB} = 0$

b) Chọn A làm gốc điện thế. Tìm V_B, V_C.

+ Ta có: $U_{AC} = V_A - V_C$

– Do chọn A làm gốc điện thế nên $V_A = 0$

$\Rightarrow V_C = -U_{AC} = -480\ (V)$

+ Ta có: $U_{BC} = V_B - V_C \Leftrightarrow V_B = U_{BC} + V_C = 480 - 480 = 0$

$\Rightarrow V_B = 0$

$$\textbf{4.}\ \text{Cho}\begin{cases}d_1 = 4cm\\ d_2 = 8cm\\ E = 5.10^3 (V/m)\end{cases}\xrightarrow{\text{Tìm}} V_B,\ V_A \text{ khi } V_C = 0$$

Giải

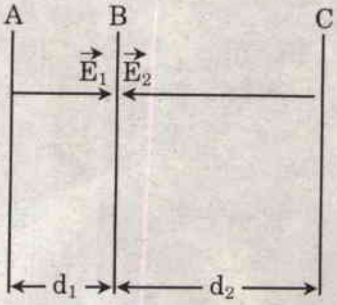
Tìm V_A, V_B.

– Ta có: $U_{CB} = E.d_2 = 5.10^3.8.10^{-2} = 400V$

Mà $U_{CB} = V_C - V_B$

Do chọn C làm gốc điện thế nên $V_C = 0$

$\rightarrow V_B = -U_{CB} = -400V$



+ Tìm V_A

Ta có: $U_{AB} = E_1.d_1 = 5.10^3.4.10^{-2}$

$= 200V$

Mà $V_A = U_{AB} + V_B$

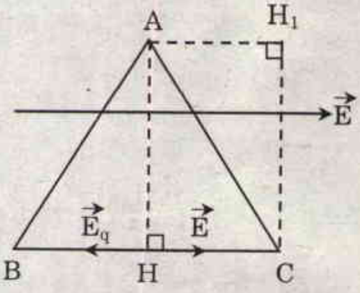
$= 200 - 400$

$= -200$ (V)

5. Cho $\begin{cases} a = 10cm \\ E = 3.10^3 (V/m) \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} a)\ U_{AB},\ U_{AC}? \\ b)\ q = ?\ \text{để}\ \vec{E}_H = \vec{0} \end{cases}$

Giải

a) Tìm U_{AB}, U_{AC}



+ Tìm U_{AB}

Ta có: $U_{BA} = E.d_{BA}$ với $d_{BA} = BH$

$\Rightarrow U_{BA} = E.BH = 3.10^3.5.10^{-2}$

$= 150$ (V)

$\Rightarrow U_{AB} = -U_{BA} = -150$ (V)

+ Tìm U_{AC}

$U_{AC} = Ed_{AC}$

Với $d_{AC} = AH_1$

$\Rightarrow U_{AC} = E.AH_1 = E.HC = 3.10^3.5.10^2 = 150$ (V)

b) $q = ?$ để $\vec{E}_H = \vec{0}$

+ Gọi $\vec{E}_q$ là cường độ điện trường do q đặt tại C gây ra tại H.

+ Để $\vec{E}_H = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{E} + \vec{E}_q = \vec{0} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{E} \uparrow\downarrow \vec{E}_1 \\ E = E_q \end{cases}$

$\Rightarrow$ Phải đặt điện tích dương tại C.

Do $E = E_q$

$\Leftrightarrow 3.10^3 = k\dfrac{|q|}{CH^2} = \dfrac{3.10^3.25.10^{-4}}{9.10^9}$

$= 8{,}3.10^{-10}$ (C)

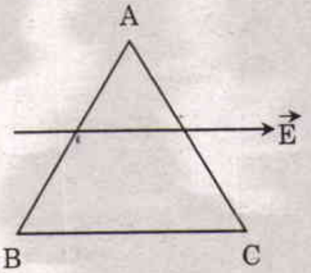
Vậy $q = 8{,}3.10^{-10}$ (C)

IV. Bài tập tương tự

1. Cho điện tích $q = 10^{-8}C$ di chuyển dọc theo các cạnh của tam giác đều cạnh 20cm trong điện trường đều cường độ điện trường là 3000 (V/m)

   a) Tính công của lực điện trường khi q di chuyển trên mỗi cạnh của tam giác.

   b) Tìm U_{AB}, U_{CA}.

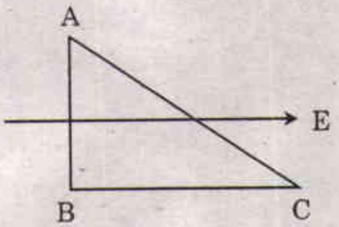


2. Đặt tam giác vuông ABC vào trong điện trường đều có cường độ $E = 300$ (V/m). Cho AC = 3cm, BC = 4cm

   a) Tìm U_{CA}, U_{CB}.

   b) Chọn C làm gốc điện thế tìm V_A.

   c) Đặt tại A điện tích $q = 3.10^{-4}C$. Xác định vectơ cường độ điện trường tổng hợp tại B.

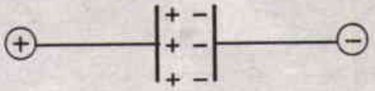


Bài 4. TỤ ĐIỆN - GHÉP TỤ ĐIỆN

I. Kiến thức cần nắm

1. Điện dung của tụ điện

$$\boxed{C = \frac{Q}{U}}$$



Trong đó
- Q (C): Điện tích tụ điện
- U (V): Hiệu điện thế giữa hai bản
- C (F): Điện dung của tụ điện

+ Hệ SI: Điện dung của tụ điện là Fara. Kí hiệu F.

+ Ước của Fara:

$1\mu F = 10^{-6}F$; $1nF = 10^{-9}F$; $1pF = 10^{-12}F$.

2. Điện dung của tụ điện phẳng

$$\boxed{C = \frac{\varepsilon S}{4\pi k d}}$$

Trong đó: • S (m^2) phần diện tích đối diện hai bản

• d (m): Khoảng cách giữa hai bản

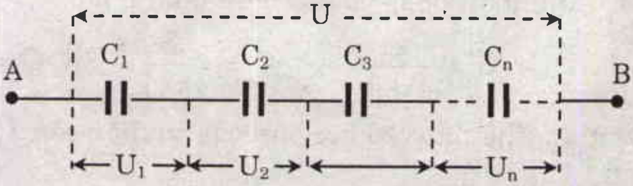
• ε là hằng số điện môi.

* *Chú ý:* Mỗi tụ điện có một hiệu điện thế giới hạn U_{gh}, khi mắc tụ vào nguồn có hiệu điện thế U phải nhỏ hơn hoặc bằng U_{gh}:

$$\boxed{U \le U_{gh}}$$

3. *Ghép tụ điện:*

a) Ghép nối tiếp:



- Hiệu điện thế:

$$U_b = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

- Điện tích:

$$Q_b = Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots = Q_n$$

- Điện dung của bộ tụ:

$$\frac{1}{C_b} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

b) Ghép song song

- Hiệu điện thế:

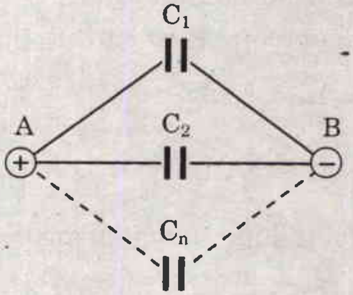
$$U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n = U$$

- Điện tích:

$$Q_b = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n$$

- Điện dung tương đương

$$C_b = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$



4. *Năng lượng điện trường:*

$$\boxed{W = \frac{1}{2}QU = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}}$$

II. Câu hỏi trắc nghiệm và bài tập cơ bản + Nâng cao

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. Để tăng điện dung của tụ điện phẳng ta phải

a. Tăng S

b. Giảm khoảng cách giữa hai bản của tụ điện

c. Chọn hằng số điện môi lớn

d. Cả a, b, c đều đúng.

2. Chọn câu sai về đơn vị điện dung

a. F b. μF c. μC d. nF.

3. Công thức xác định điện dung của tụ điện phẳng là:

a. $C = \frac{\varepsilon S^2}{4\pi kd}$ b. $C = \frac{\varepsilon}{4\pi kd}$ c. $C = \frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$ d. $C = \frac{2\varepsilon S}{4\pi kd}$.

4. Khi tăng hiệu điện thế đặt vào hai bản của tụ điện lên 1,5 lần thì:

a. Điện dung tăng lên $\frac{3}{2}$ lần

b. Điện dung giảm $\frac{2}{3}$ lần

c. Điện dung của tụ không đổi

d. Điện dung tăng thêm một lượng $\frac{3}{2}$ C.

5. Khi tăng khoảng cách giữa hai bản của tụ điện phẳng lên hai lần thì năng lượng điện trường trong tụ phẳng sẽ

a. Giảm đi một nửa b. Không đổi

c. Tăng lên hai lần d. Tăng lên bốn lần.

6. Chọn công thức sai:

a. $W = \frac{1}{2}CU^2$ b. $W = \frac{1}{2}QU$

c. $W = \frac{1}{2}CU$ d. $W = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$.

7. Điện dung tương đương của n tụ giống nhau mắc song song là:

a. $C_b = \frac{n}{c}$ b. $C_b = \frac{c}{n}$ c. $C_b = \frac{1}{nc}$ d. $C_b = nc$.

8. Điện dung tương đương của n tụ giống nhau mắc nối tiếp là:

a. $C_b = \frac{c}{n}$ b. $C_b = \frac{n}{c}$ c. $C_b = nc$ d. $C_b = \frac{1}{nc}$.

9. Khi ghép các tụ điện song song thì:

a. Điện dung tương đương giảm.

b. Điện dung tương đương tăng.

c. Điện tích trên các tụ bằng nhau.

d. Tạo ra bộ tụ chịu được hiệu điện thế giới hạn cao.

B. Bài tập

Dạng 1: Tính điện dung – Diện tích – Hiệu điện thế

Áp dụng:

– Công thức tính điện dung: $\boxed{C = \frac{Q}{U}}$

– Công thức tính điện dung của tụ phẳng:

$$\boxed{C = \frac{\varepsilon S}{4\pi k d}}$$

– Lưu ý các điều kiện sau:

+ Nối tụ vào nguồn thì U = const

+ Ngắt tụ ra khỏi nguồn thì Q = const

1. Tụ phẳng không khí, bản tụ hình tròn bán kính 50cm cách nhau một đoạn d = 4cm. Nối tụ với hiệu điện thế U = 100V.

a) Tính điện dung của tụ phẳng

b) Điện tích của tụ điện

2. Tụ phẳng có các bản hình tròn bán kính 10cm khoảng cách giữa hai bản là 1cm. Nối tụ với hiệu điện thế 108V. Giữa hai bản là không khí. Tìm điện tích của tụ điện.

3. Tụ phẳng không khí có các bản hình tròn bán kính 6cm. Khoảng cách giữa hai bản là 1cm. Nối tụ với hiệu điện thế 300V.

a) Tính điện tích Q của tụ điện

b) Ngắt tụ điện khỏi nguồn. Nhúng tụ điện vào chất điện môi có $\varepsilon = 2$. Tính điện dung C_1, điện tích Q_1 và hiệu điện thế U_1 lúc đó.

c) Vẫn nối tụ với nguồn. Nhúng tụ điện vào chất điện môi $\varepsilon = 2$. Tìm C_2, Q_2 và U_2.

4. Tụ phẳng không khí có điện dung C = 600pF. Hiệu điện thế giữa hai bản là 600V.

a) Tính điện tích của tụ điện

b) Ngắt tụ ra khỏi nguồn, đưa hai bản tụ ra xa để khoảng cách tăng gấp đôi. Tính C_1, Q_1 và U_1

c) Vẫn nối tụ với nguồn, đưa hai bản tụ ra xa để khoảng cách tăng gấp đôi. Tính C_2, Q_2 và U_2

Dạng 2: Giới hạn hoạt động của tụ điện

– Để tụ không bị nổ khi hoạt động thì điện trường giữa hai bản tụ bao giờ cũng ở mức độ cho phép – gọi là điện trường giới hạn E_{gh}. Do đó, để tụ không bị nổ (bị đánh thủng) thì

$$\left.\begin{array}{r} E \le E_{gh} \\ \text{Mà } U = Ed \end{array}\right\} \Rightarrow \qquad U \le E_{gh}.d$$

Hay $\qquad U_{gh} = E_{gh}.d$

– Nếu trong mạch gồm nhiều tụ mắc nối tiếp hoặc song song:

+ Xác định U_{gh} đối với mỗi tụ

+ Điều kiện an toàn cho mạch thì

$(U_{gh})_{bộ}$ = hiệu điện thế giới hạn nhỏ nhất của một trong số các tụ $(U_{gh})_{bộ} = \min\{(U_i)_{gh}\}$

5. Hai tụ điện có điện dung và hiệu điện thế giới hạn: $C_1 = 0{,}5nF$. $C_2 = 1{,}5nF$; $U_{gh_1} = U_{gh_2} = 3600V$. Tìm hiệu điện thế giới hạn của bộ tụ khi ghép hai tụ nối tiếp với nhau.

6. Hai tụ điện $C_1 = 0{,}5nF$; $C_2 = 1{,}5nF$ được mắc nối tiếp với nhau. Khoảng cách giữa hai bản của mỗi tụ là d = 2mm và điện trường giới hạn 1800 V/m. Hỏi bộ tụ chịu được hiệu điện thế giới hạn bao nhiêu?

7. Có ba tụ $C_1 = 4\mu F$; $C_2 = 6\mu F$; $C_3 = 8\mu F$ mắc nối tiếp. Mỗi tụ có hiệu điện thế giới hạn là $U_{gh} = 1800V$. Tính hiệu điện thế giới hạn của bộ tụ.

Dạng 3: Ghép tụ chưa tích điện

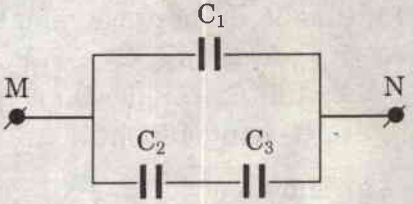
– Bộ tụ ghép song song:

- $U_1 = U_2 = U_3 = ... = U_n = U$
- $Q_b = Q_1 + Q_2 + Q_3 + ... + Q_n$
- $C_b = C_1 + C_2 + C_3 + .. + C_n$

– Bộ tụ ghép nối tiếp :

- $Q_1 = Q_2 = Q_3 = ... = Q_n = Q_b$
- $U_b = U_1 + U_2 + U_3 + ... + U_n$
- $\frac{1}{C_b} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C} + ... + \frac{1}{C_n}$

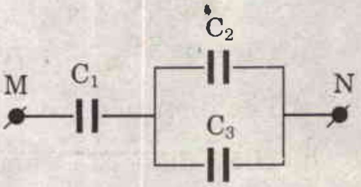
8. Cho ba tụ điện được mắc thành bộ theo sơ đồ như hình. Cho $C_1 = 4\mu F$; $C_2 = 3\mu F$; $C_3 = 6\mu F$. Nối hai điểm M, N với nguồn điện có hiệu điện thế U = 12V. Hãy tính:



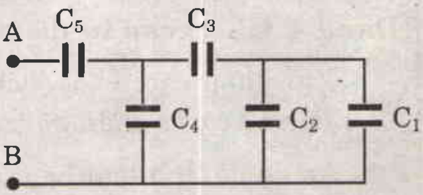
a) Điện dung và điện tích của bộ tụ điện đó.

b) Hiệu điện thế và điện tích trên mỗi tụ.

9. Cho ba tụ điện được mắc thành bộ theo sơ đồ như hình. Cho $C_1 = 3\mu F$; $C_2 = 2\mu F$; $C_3 = 4\mu F$. Nối hai điểm M, N với nguồn điện có hiệu điện thế U = 10V. Hãy tính hiệu điện thế và điện tích trên từng tụ.



10. Cho bộ tụ như hình vẽ.
Cho $C_1 = 1\mu F$; $C_2 = 2\mu F$;
$C_3 = 6\mu F$; $C_4 = 4\mu F$;
$C_5 = 3\mu F$; $U_{AB} = 10V$

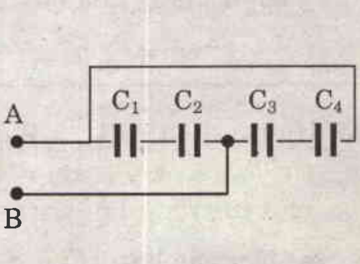


a) Tính điện dung của bộ tụ

b) Điện tích và hiệu điện thế trên từng tụ

11. Cho bộ tụ như hình vẽ.

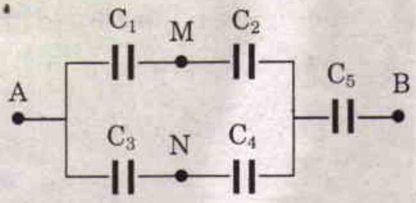
Cho $C_1 = 3\mu F$
$C_2 = 6\mu F$
$C_3 = C_4 = 4\mu F$; $U_{AB} = 20V$



a) Tìm điện dung của bộ tụ

b) Điện tích và hiệu điện thế trên từng tụ

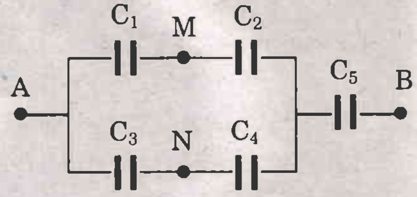
12. Cho bộ tụ điện như hình vẽ. Biết $C_1 = 3\mu F$; $C_2 = 6\mu F$; $C_3 = C_4 = 4\mu F$; $C_5 = 8\mu F$; $U_{AB} = 900V$.



a) Tính điện tích và hiệu điện thế trên từng tụ.

b) Hiệu điện thế giữa hai điểm M và N.

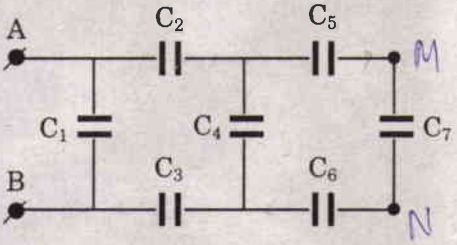
13. Cho bộ tụ điện mắc như hình vẽ. Biết $C_1 = 3\mu F$; $C_2 = 6\mu F$; $C_3 = C_4 = 4\mu F$; $C_5 = 8\mu F$. Điện tích trên tụ C_5 bằng $1800\mu C$.



a) Tìm U_{AB}

b) Điện tích trên từng tụ.

14. Cho bộ tụ mắc như hình vẽ. Biết $C_2 = C_3 = C_5 = 1\mu F$, $C_6 = 2\mu F$; $C_7 = 3\mu F$; $C_4 = 4\mu F$; $C_1 = 8\mu F$. $U_{AB} = 100V$.



a) Tìm điện tích trên từng tụ

b) Hiệu điện thế giữa hai điểm M và N.

Dạng 4: Ghép các tụ đã tích điện

- Khi ghép các tụ đã tích điện với nhau thì điện tích trên các bản tụ có sự phân bố trở lại.
- Áp dụng định luật bảo toàn điện tích:

$$q_1 + q_2 + \ldots + q_n = q_1' + q_2' + \ldots + q_n'$$

- Điện lượng qua dây dẫn:

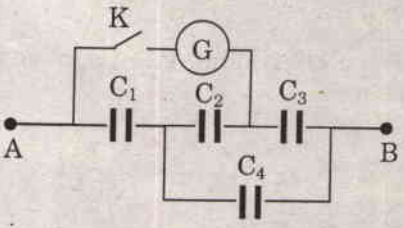
$$\Delta q = \left|\sum q_{trước} - \sum q_{sau}\right|$$

15. Hai tụ điện có $C_1 = 2\mu F$; $C_2 = 3\mu F$ đã được nạp điện đến hiệu điện thế $U_1 = 200V$; $U_2 = 400V$. Tính điện tích và hiệu điện thế trên mỗi tụ trong hai trường hợp:

a) Nối các bản cùng dấu với nhau

b) Nối các bản trái dấu với nhau.

16. Cho mạch tụ như hình vẽ. Biết $U_{AB} = 2V$, $C_1 = C_2 = C_4 = 6\mu F$; $C_3 = 4\mu F$. Tính điện tích các tụ và điện lượng di chuyển qua điện kế G khi đóng khóa K.



Dạng 5: Năng lượng của tụ điện

Áp dụng:

$$- W = \frac{1}{2}QU = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}.$$

– Năng lượng điện trường trong tụ phẳng

$$W = \frac{\varepsilon E^2}{k8\pi}V$$

– Năng lượng điện trường trong một đơn vị thể tích (mật độ năng lượng điện trường)

$$w = \frac{\varepsilon E^2}{k8\pi}$$

17. Một tụ phẳng không khí mắc vào nguồn điện có hiệu điện thế U = 200V, hai bản tụ điện cách nhau 4mm. Hãy tính mật độ năng lượng điện trường trong tụ điện.

18. Một tụ điện có điện dung C = 2μF, khoảng cách giữa 2 bản 2cm được nạp điện đến hiệu điện thế 200V.

a) Tính năng lượng của tụ điện

b) Ngắt tụ ra khỏi nguồn điện. Tính độ biến thiên năng lượng của tụ khi dịch 2 bản ra xa cách nhau 6mm.

III. Hướng dẫn giải bài tập và trả lời câu hỏi trắc nghiệm

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. d **2.**c **3.**c **4.**c **5.**c **6.**b **7.**d **8.**a **9.** b

B. Bài tập

Dạng 1: Tính điện dung, điện tích, hiệu điện thế

1. Cho $\begin{cases} r = 50cm = 5.10^{-1}m \\ d = 4cm = 4.10^{-2}m \\ U = 100V \end{cases} \xrightarrow{\text{Tính}} \begin{cases} a)\ C = ? \\ b)\ Q = ? \end{cases}$

Giải

a) Điện dung của tụ phẳng

Ta có: $C = \dfrac{\varepsilon.S}{4\pi kd}$

Với $S = \pi r^2 = \pi.25.10^{-2}\ m^2$

$$\Rightarrow C = \frac{25\pi.10^{-2}}{4\pi.9.10^9.4.10^{-2}} = 0{,}17.10^{-9}F = 0{,}17nF$$

Vậy $C = 0{,}17nF$

b) Điện tích của tụ điện

$$Q = CU = 0{,}17.100 = 17nc$$

* *Chú ý:* Nếu dùng đơn vị điện dung là μF thì đơn vị điện tích là μC hoặc dùng đơn vị điện dung là nF thì đơn vị là nC.

2. Cho

$$\begin{cases} r = 10cm = 10^{-1}m \\ d = 1cm = 10^{-2}m \\ U = 108V \\ \varepsilon = 1 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} Q = ?$$

Giải

Điện tích của tụ điện: $Q = CU$

$$\text{Với } C = \frac{\varepsilon.S}{4\pi kd} = \frac{1.\pi.10^{-2}}{4\pi.910^9.10^{-2}} = 0{,}03.10^{-9}F = 0{,}03nF.$$

$\Rightarrow Q = 0{,}03.108 = 3{,}24nC$

3. Cho

$$\begin{cases} r = 6cm \\ d = 1cm \\ U = 300V \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } Q = ? \\ \text{b) } \varepsilon = 2. \text{ Tìm } Q_1, C_1, U_1 \text{ khi ngắt khỏi nguồn} \\ \text{c) } \varepsilon = 2. \text{ Tìm } Q_2, C_2, U_2 \text{ khi nối vào nguồn} \end{cases}$$

Giải

a) Điện tích trên tụ điện: $Q = CU$

$$+\ C = \frac{\varepsilon.S}{4\pi kd} = \frac{1.\pi.r^2}{4\pi kd} = \frac{\pi.36.10^{-4}}{4\pi.9.10^9.10^{-2}} = 10^{-11}F = 0{,}01nF$$

$\Rightarrow Q = 0{,}01.3000 = 3nC$

b) Q_1, C_1, U_1 khi ngắt tụ khỏi nguồn.

+ Khi ngắt tụ khỏi nguồn, tụ điện vẫn ở trạng thái cô lập nên: $Q_1 = Q = 3nC$.

+ Điện dung của tụ có thay đổi do nhúng vào chất điện môi có $\varepsilon = 2$.

- Trong không khí $C = \dfrac{S}{4\pi kd}$

- Trong chất điện môi: $C_1 = \dfrac{\varepsilon S}{4\pi kd}$

$\Rightarrow C_1 = \varepsilon C = 2.0{,}01 = 0{,}02\ nF$

+ Hiệu điện thế:

$$U_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{3}{0{,}02} = 150V$$

c) Q_2, C_2, U_2 khi tụ nối vào nguồn

+ Khi tụ nối vào nguồn thì hiệu điện thế trên tụ bằng hiệu điện thế của nguồn:

$$U_2 = U = 300\ (V)$$

+ Điện dung của tụ:

$$C_2 = \varepsilon C = 2.0{,}01 = 0{,}02\ nF$$

+ Điện tích trên tụ:

$$Q_2 = C_2\,U_2 = 0{,}02.108 = 6nC$$

4. Cho $\left\{\begin{array}{l} C = 600pF \\ U = 600V \end{array}\right. \xrightarrow{\text{Tìm}} \left\{\begin{array}{l} \text{a) } Q = ? \\ \text{b) Ngắt tụ khỏi nguồn và} \\ \quad d' = 2d.\ \text{Tìm } C_1, Q_1, U_1 \\ \text{c) Nối tụ với nguồn và } d' = 2d. \\ \quad \text{Tìm } C_2, Q_2, U_2 \end{array}\right.$

Giải

a) Điện tích của tụ:

$$Q = CU = 600.600 = 36.10^4 pC$$

b) Ngắt tụ khỏi nguồn và d' = 2d. Tìm C_1, Q_1, U_1.

+ Ngắt tụ khỏi nguồn: $Q_1 = Q = 36.10^4 pC$

+ Điện dung

- Lúc đầu chưa đưa hai bản ra xa: $C = \dfrac{S}{4\pi kd}$

- Khi đưa hai bản ra xa: $C_1 = \dfrac{S}{4\pi kd'}$

$$\Rightarrow \frac{C_1}{C} = \frac{d}{d'} \Rightarrow C_1 = \frac{Cd}{d'} = \frac{C.d}{2d} = \frac{C}{2} = 300pF$$

Vậy $C_1 = 300pF$

+ Tìm U_1:

$$U_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{36.10^4}{300} = 1200\ (V)$$

c) Nối tụ với nguồn và d' = 2d. Tìm C_2, U_2, Q_2.

+ Điện dung không đổi $C_2 = C_1 = 300pF$.

+ Nối tụ với nguồn thì hiệu điện thế trên tụ bằng hiệu điện thế của nguồn:

$$U_2 = U = 600\ (V)$$

+ Điện tích trên tụ:

$$Q_2 = C_2.U_2 = 600.300 = 18.10^4pC$$

Dạng 2: Giới hạn hoạt động của tụ

5. Cho $\begin{cases} C_1 = 0,5nF \\ C_2 = 1,5nF \\ U_{gh_1} = U_{gh_2} = 3600V \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} U_{gh} = ?$ Khi C_1 nt C_2.

Giải

– Khi ghép nối tiếp $U_1 + U_2 = U$

– Để tụ còn hoạt động được thì: $\begin{cases} U_1 \le U_{1gh} \\ U_2 \le U_{2gh} \end{cases}$ (1)

– Tìm U_1, U_2:

Giải hệ $\begin{cases} U = U_1 + U_2 \\ C_1U_2 = C_2U_2 \end{cases}$ (Do ghép nối tiếp nên $Q_1 = Q_2$)

$$\Rightarrow \begin{cases} U_1 = \dfrac{C_2}{C_1 + C_2}U = \dfrac{3}{4}U \\ U_2 = \dfrac{C_1}{C_1 + C_2}U = \dfrac{1}{4}U \end{cases} \quad (2)$$

– Từ (1) và (2)

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{3}{4} \le 3600 \\ \frac{1}{4} \le 3600 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} U \le 4800\text{V} \\ U \le 14000\text{V} \end{cases}$$

Vậy hiệu điện thế giới hạn của bộ tụ: 4800V

6. Cho $\begin{cases} C_1 = 0{,}5\text{nF} \\ C_2 = 1{,}5\text{nF} \\ d = 2\text{mm} \\ E_{gh} = 1800\ \text{V/m} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} U_{gh} = ?$ Khi C_1 nt C_2.

Giải

- Hiệu điện thế giới hạn của bộ tụ

  Ta có hiệu điện thế giới hạn của mỗi tụ:

  $U_{gh_1} = U_{gh_2} = E_{gh}.d = 1800.2.10^{-3} = 3{,}6\text{V}$

- Gọi U là hiệu điện thế của bộ tụ, do C_1 nt C_2 nên: $U = U_1 + U_2$; $Q_1 = Q_2$.

$$\Rightarrow \begin{cases} U = U_1 + U_2 \\ C_1U_1 = C_2U_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U_1 = \dfrac{C_2}{C_1 + C_2}.U = \dfrac{3}{4}U \\ U_2 = \dfrac{C_1}{C_1 + C_2}.U = \dfrac{1}{4}U \end{cases} \qquad (1)$$

- Để tụ còn hoạt động thì: $\begin{cases} U_1 \le U_{gh} \\ U_2 \le U_{gh} \end{cases}$ (2)

- Từ (1) và (2) $\Rightarrow \begin{cases} \frac{3}{4}U \le U_{gh} \\ \frac{1}{4}U \le U_{gh} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} U \le 4{,}8\text{V} \\ U \le 14{,}4\text{V} \end{cases}$

Vậy: Hiệu điện thế giới hạn của bộ tụ là 4,8V.

7. Cho $\begin{cases} C_1 = 4\mu\text{F} \\ C_2 = 6\mu\text{F} \\ C_3 = 8\mu\text{F} \\ U_{gh} = 1800\text{V} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} U_{gh} = ?$ Khi C_1 nt C_2 nt C_3.

Giải

+ Gọi U là hiệu điện thế của bộ tụ, do C_1 nt C_2 nt C_3 nên:

$$\begin{cases} U = U_1 + U_2 + U_3 \\ C_1U_1 = C_2U_2 = C_3U_3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U_1 = \dfrac{C_2C_3U}{C_2C_3 + C_1C_3 + C_1C_2} = \dfrac{6}{13}U \\ U_2 = \dfrac{C_1C_3U}{C_1C_3 + C_2C_3 + C_2C_1} = \dfrac{40}{13}U \\ U_3 = \dfrac{C_1C_2U}{C_2C_3 + C_1C_3 + C_1C_2} = \dfrac{3}{13}U \end{cases}$$

+ Để tụ còn hoạt động được:

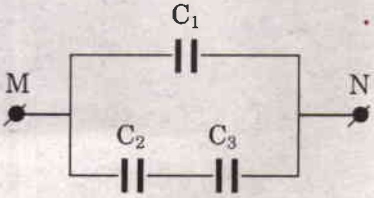
$$\begin{cases} U_1 \le U_{gh} \\ U_2 \le U_{gh} \\ U_3 \le U_{gh} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{6}{13}U \le 1800 \\ \dfrac{4}{13}U \le 1800 \\ \dfrac{3}{13}U \le 1800 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} U \le 3900V \\ U \le 5850V \\ U \le 7800V \end{cases}$$

Vậy hiệu điện thế giới hạn của bộ tụ là 3900V.

Dạng 3: Ghép tụ chưa tích điện:

8. Cho $\begin{cases} C_1 = 4\mu F \\ C_2 = 3\mu F \\ C_3 = 6\mu F \\ U = 12V \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} a)\ C_b = ? \\ b)\ Q_1, Q_2, Q_3, U_1, U_2, U_3? \end{cases}$

Giải



a) $C_b = ?$

$(C_2 \text{ nt } C_3) // C_1$:

- $C_{23} = \dfrac{C_2.C_3}{C_2 + C_3} = \dfrac{3.6}{3+6} = 2\mu F$

- $C_b = C_{23} + C_1 = 2 + 4 = 6\mu F$

Vậy $C_b = 6\mu F$.

b) Điện tích và hiệu điện thế trên từng tụ:

+ Điện tích của bộ tụ:

$Q_b = C_b.U = 6.12 = 72\ \mu C$

+ Do $C_1 // C_{23} \Rightarrow U_1 = U_{23} = U = 12V$

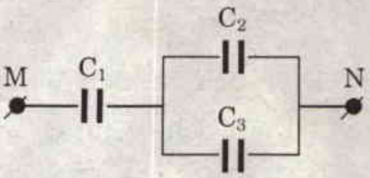
+ $Q_1 = C_1.U_1 = 4.12 = 48\mu C$

+ $Q_{23} = C_{23}.\ U_{23} = 12.2 = 24\mu C$

Mà C_2 nt $C_3 \Rightarrow Q_2 = Q_3 = Q_{23} = 24\mu C$.

9. Cho $\begin{cases} C_1 = 3\mu F \\ C_2 = 2\mu F \\ C_3 = 4\mu F \\ U = 10V \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} Q_1, Q_2, Q_3, U_1, U_2, U_3?$

Giải



+ Điện dung bộ tụ: (C_2 // C_3) nt C_1:

- $C_{23} = C_2 + C_3 = 6\mu F$
- $C_b = \dfrac{C_{23}.C_1}{C_{23} + C_1} = \dfrac{6.3}{6+3} = 2\mu F.$

+ Điện tích bộ tụ: $Q_b = C_b.U = 20\ \mu C$

+ Do C_1 nt $C_{23} \Rightarrow Q_1 = Q_{23} = Q_b = 20\mu C$

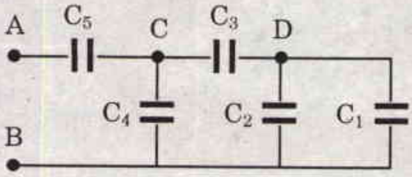
- $U_{23} = \dfrac{Q_{23}}{C_{23}} = \dfrac{20}{6}$ (V)

Mà C_2 // $C_3 \Rightarrow U_2 = U_3 = U_{23} = \dfrac{20}{6}$ (V)

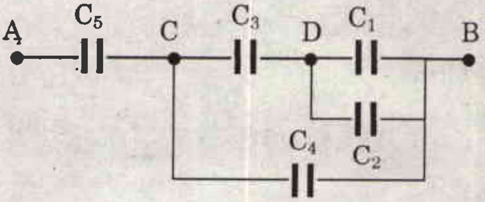
- $Q_2 = C_2.U_2 = 2.\dfrac{20}{6} = \dfrac{20}{3}\mu C$
- $Q_3 = C_3U_3 = 4.\dfrac{20}{6} = \dfrac{40}{3}\mu C.$

10. Cho $\begin{cases} C_1 = 1\mu F \\ C_2 = 2\mu F \\ C_3 = 6\mu F \\ C_4 = 4\mu F \\ C_5 = 3\mu F \\ U_{AB} = 10V \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) Tìm } C_b \\ \text{b) Điện tích và} \\ \quad \text{hiệu điện thế từng tụ} \end{cases}$

Giải



– Có thể vẽ lại mạch tụ điện:



$[(C_1 // C_2) \text{ nt } C_3] // C_4 \text{ nt } C_5$

- $C_{12} = C_1 + C_2 = 3\mu F$
- $C_{123} = \dfrac{C_{12}.C_3}{C_{12} + C_3} = \dfrac{3.6}{3+6} = 2\mu F$
- $C_{123} = C_{123} + C_4 = 2 + 4 = 6\mu F$
- $C_b = \dfrac{C_{1234}.C_5}{C_{1234} + C_5} = \dfrac{6.3}{6+3} = 2\mu F$

b) Điện tích và hiệu điện thề trên từng tụ:

+ Điện tích bộ tụ: $Q_b = C_b.U = 2.10 = 20\mu F$.

+ C_5 nt $C_{1234} \Rightarrow Q_5 = Q_{1234} = Q_b = 20\mu F$

+ $U_{1234} = \dfrac{Q_{1234}}{C_{1234}} = \dfrac{20}{6}$ (V)

+ $C_{123} // C_4 \Rightarrow U_{123} = U_4 = U_{1234} = \dfrac{20}{6}$ (V)

+ $Q_4 = C_4.U_4 = \dfrac{20}{6}.4 = \dfrac{40}{3}$ μC

+ $Q_{123} = C_{123}.U_{123} = 2.\ \dfrac{20}{6} = \dfrac{20}{3}$ μC

+ C_{12} nt $C_3 \Rightarrow Q_3 = Q_{12} = Q_{123} = \dfrac{20}{3}\mu C$

+ $U_{12} = \dfrac{Q_{12}}{C_{12}} = \dfrac{\frac{20}{3}}{3} = \dfrac{20}{9}$ (V)

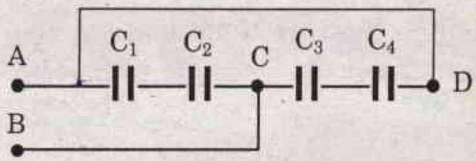
Do $C_1 // C_2 \Rightarrow U_1 = U_2 = \dfrac{20}{9}$ (V)

+ $Q_1 = C_1U_1 = 1.\ \dfrac{20}{9} = \dfrac{20}{9}\mu C$

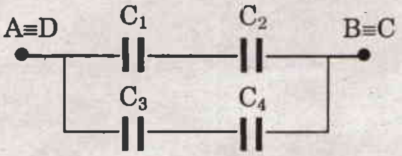
+ $Q_2 = C_2U_2 = 2.\ \dfrac{20}{9} = \dfrac{40}{9}\mu C$

11. Cho $\begin{cases} C_1 = 3\mu F \\ C_2 = 6\mu F \\ C_3 = C_4 = 4\mu F \\ U_{AB} = 20V \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } C_b \\ \text{b) Điện tích và} \\ \text{hiệu điện thế trên từng tụ} \end{cases}$

Giải



Mạch tụ vẽ lại:



(C_1 nt C_2) // (C_3 nt C_4)

- $C_{12} = \dfrac{C_1C_2}{C_1 + C_2} = \dfrac{6.3}{6+3} = 2\mu F$
- $C_{34} = \dfrac{C_3.C_4}{C_3 + C_4} = \dfrac{4.4}{4+4} = 2\mu F$
- $C_b = C_{12} + C_{34} = 4\mu F$.

b) Điện tích và hiệu điện thế trên từng tụ:

+ Do C_{12} // $C_{34} \Rightarrow U_{12} = U_{34} = U = 20$ (V)

+ $Q_{12} = C_{12}.U_{12} = 2.20 = 40\ \mu C$

Mà C_1 nt $C_2 \Rightarrow Q_1 = Q_2 = Q_{12} = 40\mu C$

- $U_1 = \dfrac{Q_1}{C_1} = \dfrac{40}{3}$ (V)
- $U_2 = \dfrac{Q_2}{C_2} = \dfrac{40}{6} = \dfrac{20}{3}$ (V)

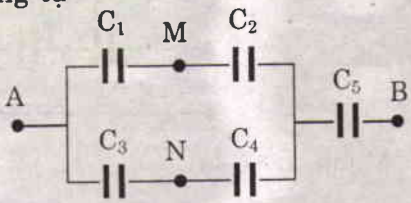
+ $Q_{34} = C_{34}.U_{34} = 2.20 = 40\mu C$

$\Rightarrow Q_3 = Q_4 = Q_{34} = 40\mu C$

- $U_3 = \dfrac{Q_3}{C_3} = \dfrac{40}{4} = 10V$
- $U_4 = \dfrac{Q_4}{C_4} = \dfrac{40}{4} = 10V$

12. Cho $\begin{cases} C_1 = 3\mu F \\ C_2 = 6\mu F \\ C_3 = C_4 = 4\mu F \\ C_5 = 8\mu F \\ U_{AB} = 900V \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) Điện tích và hiệu điện thế từng tụ} \\ \text{b) } U_{MN}? \end{cases}$

Giải



a) Điện tích và hiệu điện thế trên từng tụ

$[(C_1 \text{ nt } C_2) \,//\, (C_3 \text{ nt } C_4)] \text{ nt } C_5$

- $C_{12} = \dfrac{C_1C_2}{C_1 + C_2} = \dfrac{3.6}{3+6} = 2\mu F$
- $C_{34} = \dfrac{C_3C_4}{C_3 + C_4} = \dfrac{4.4}{4+4} = 2\mu F$
- $C_{1234} = C_{12} + C_{34} = 4\mu F$
- $C_b = \dfrac{C_{1234}.C_5}{C_{1234} + C_5} = \dfrac{4.8}{4+8} = \dfrac{32}{12} = \dfrac{8}{3}\ \mu F$
- $Q_b = C_b.U_b = \dfrac{8}{3}.900 = 2400\ \mu C$
- $Q_5 = Q_{1234} = Q_b = 2400\ \mu C$
- $U_{1234} = \dfrac{Q_{1234}}{C_{1234}} = \dfrac{2400}{4} = 600\ (V)$

  $U_{12} = U_{34} = U_{1234} = 600\ (V)$
- $Q_{12} = C_{12}.U_{12} = 2.600 = 1200\ \mu C$

$\Rightarrow Q_1 = Q_2 = Q_{12} = 1200 \mu C$

- $Q_{34} = C_{34}.U_{34} = 2.600 = 1200\ \mu C$

$\Rightarrow Q_3 = Q_4 = Q_{34} = 1200 \mu C$

- $U_1 = \dfrac{Q_1}{C_1} = \dfrac{1200}{3} = 400\ (V)$
- $U_2 = \dfrac{Q_2}{C_2} = \dfrac{1200}{6} = 200\ (V)$
- $U_3 = \dfrac{Q_3}{C_3} = \dfrac{1200}{4} = 300\ (V)$
- $U_4 = \dfrac{Q_4}{C_4} = \dfrac{1200}{4} = 300\ (V)$
- $U_5 = \dfrac{Q_5}{C_5} = \dfrac{2400}{8} = 300\ (V)$

b) Hiệu điện thế giữa U_{MN}

Ta có: $U_{MN} = U_{MA} + U_{AN}$

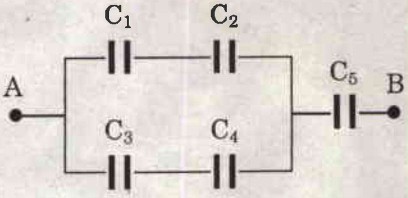
Mà $\begin{cases} U_{AN} = U_3 + U_{AN} \\ U_{MA} = -U_{AM} = -U_1 = -400V \end{cases}$

$\Rightarrow U_{MN} = -400 + 300 = -100\ (V)$

Vậy $U_{MN} = -100V$.

13. Cho $\begin{cases} C_1 = 3\mu F \\ C_2 = 6\mu F \\ C_3 = C_4 = 4\mu F \\ C_5 = 8\mu F \\ Q_5 = 1800\mu C \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } U_{AB} \\ \text{b) Điện tích từng tụ} \end{cases}$

Giải



$[(C_1 \text{ nt } C_2) \,//\, (C_3 \text{ nt } C_4)] \text{ nt } C_5$

- $C_{12} = \dfrac{C_1C_2}{C_1 + C_2} = \dfrac{3.6}{3+6} = 2\mu F$
- $C_{34} = \dfrac{C_3C_4}{C_3 + C_4} = \dfrac{4.4}{4+4} = 2\mu F$
- $C_{1234} = C_{12} + C_{34} = 4\mu F$
- $C_b = \dfrac{C_{1234}.C_5}{C_{1234} + C_5} = \dfrac{4.8}{4+8} = \dfrac{8}{3}\mu C$

Do C_5 nt $C_{1234} \Rightarrow Q_5 = Q_{1234} = Q_b = 1800\mu C$

- $U_{AB} = \dfrac{Q_b}{C_b} = \dfrac{1800}{\dfrac{8}{3}} = 675V.$

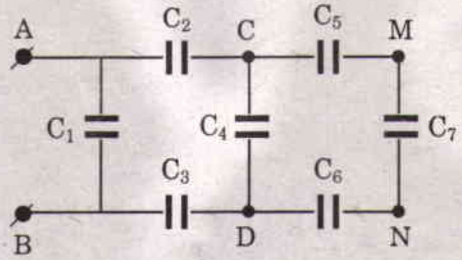
b) Hiệu điện thế và điện tích trên từng tụ

- $U_{1234} = \dfrac{Q_{1234}}{C_{1234}} = \dfrac{1800}{4} = 450V$
- $U_{12} = U_{34} = U_{1234} = 450V$
- $Q_{12} = C_{12}.U_{12} = 2.450 = 900\mu C$
- $Q_1 = Q_2 = Q_{12} = 900\mu c$
- $Q_{34} = C_{34}.U_{34} = 2.400 = 900\mu C$
- $Q_3 = Q_4 = Q_{34} = 2.450 = 900\mu C$
- $U_1 = \dfrac{Q_1}{C_1} = \dfrac{900}{3} = 300V$
- $U_2 = \dfrac{Q_2}{C_2} = \dfrac{900}{6} = 150V$
- $U_3 = \dfrac{Q_3}{C_3} = \dfrac{900}{4} = 225V$
- $U_4 = \dfrac{Q_4}{C_4} = \dfrac{900}{4} = 225V$
- $U_5 = \dfrac{Q_5}{C_5} = \dfrac{1800}{8} = 225V$

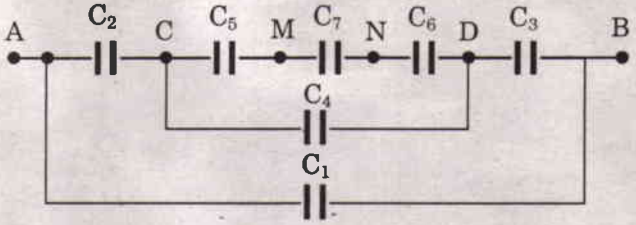
14. Cho $\begin{cases} C_1 = 8\mu F \\ C_2 = C_3 = C_5 = 1\mu F \\ C_4 = 4\mu F;\ C_6 = 2\mu F \\ C_7 = 3\mu F \\ U_{AB} = 100V \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \text{a) Tìm điện tích trên từng tụ} \\ \text{b) } U_{MN} \end{cases}$

Giải

a) Tìm điện tích trên từng tụ



Mạch tụ được vẽ lại:



{[(C_5 nt C_6 nt C_7) // C_4] nt C_2 nt C_3} // C_1

- $\dfrac{1}{C_{567}} = \dfrac{1}{C_5} + \dfrac{1}{C_6} + \dfrac{1}{C_7} = \dfrac{1}{1} + \dfrac{1}{2} + \dfrac{1}{3} \Rightarrow C_{567} = \dfrac{6}{11}\mu F$
- $C_{4567} = C_4 + C_{567} = 4 + \dfrac{6}{11} = \dfrac{50}{11}\mu F$
- $\dfrac{1}{C_{234567}} = \dfrac{1}{C_{4567}} + \dfrac{1}{C_2} + \dfrac{1}{C_3} = \dfrac{11}{50} + \dfrac{1}{1} + \dfrac{1}{1} \Rightarrow C_{234567} = 0{,}45\mu F.$
- $C_b = C_{234567} + C_1 = 0{,}45 + 8 = 8{,}45\mu F$

Ta có: $U_1 = U_{234567} = U = 100V$

- $Q_1 = C_1U_1 = 8.100 = 800\mu C$
- $Q_{234567} = C_{234567} \,.\, U_{234567} = 0{,}45.100 = 45\mu C$
- $U_{4567} = \dfrac{Q_{4567}}{C_{4567}} = \dfrac{45}{\dfrac{50}{11}} = 9{,}9V$

- $U_{567} = U_4 = U_{4567} = 9{,}9V$
- $Q_4 = C_4.U_4 = 4.9{,}9 = 36{,}6\mu C$
- $Q_{567} = C_{567}.U_{567} = \dfrac{6}{11}.9{,}9 = 5{,}4\mu C$

$\Rightarrow Q_5 = Q_6 = Q_7 = Q_{567} = 5{,}4\mu C$

b) Tìm U_{MN}

$$U_{MN} = U_7 = \frac{Q_7}{C_7} = \frac{5{,}4}{3} = 1{,}8V$$

Dạng 4: Ghép tụ đã tích điện

15. Cho $\begin{cases} U_1 = 200V \\ U_2 = 400V \\ C_1 = 2\mu F \\ C_2 = 3\mu F \end{cases} \xrightarrow{\text{Tính}} \begin{cases} \text{a) } U'_1, U'_2, Q'_1, Q'_2 \\ \quad \text{khi nối các bản cùng dấu} \\ \text{b) } U'_1, U'_2, Q'_1, Q'_2 \\ \quad \text{khi nối các bản trái dấu} \end{cases}$

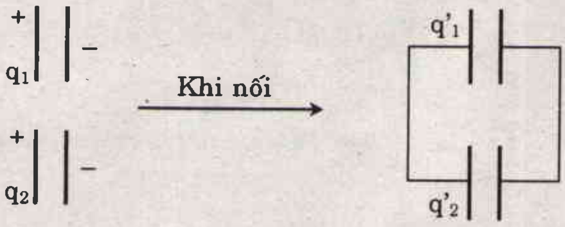
Giải

a) U'_1, U'_2, Q'_1, Q'_2 khi nối các bản cùng dấu.

- Điện tích trên mỗi tụ trước khi nối:

$q_1 = C_1.U_1 = 2.200 = 400\mu C$

$q_2 = C_2.U_2 = 3.400 = 1200\mu C$



- Khi nối hai bản lại thì điện tích trên mỗi bản sẽ phân bố lại: q'_1, q'_2.
- Áp dụng định luật bảo toàn điện tích: $\sum Q_{trước} = \sum Q_{sau}$

$\Leftrightarrow q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2$

$\Leftrightarrow \left.\begin{matrix} q_1 + q_2 = C_1U'_1 + C_2U'_2 \\ \text{Mà} \quad U'_1 = U'_2 \end{matrix}\right\}$

$\Rightarrow q_1 + q_2 = (C_1 + C_2)U'_1$

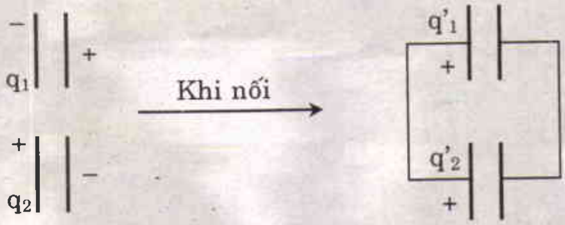
$\Rightarrow U'_1 = \dfrac{q_1 + q_2}{C_1 + C_2} = \dfrac{1600}{5} = 320V$

$\Rightarrow U'_1 = U'_2 = 320V$

$\Rightarrow q'_1 = C_1.U'_1 = 2.320 = 640\mu C$

$q'_2 = C_2U'_2 = 3.320 = 960\mu C$

b) U'_1, U'_2, Q'_1, Q'_2 khi nối các bản khác dấu



- Gọi q'_1, q'_2 là điện tích trên mỗi bản sau khi nối.
- Áp dụng định luật bảo toàn điện tích: $\sum Q_{\text{trước}} = \sum Q_{\text{sau}}$:

$$-q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2$$

$$\Leftrightarrow \left.\begin{array}{l} -q_1 + q_2 = C_1U'_1 + C_2U'_2 \\ \text{Mà} \quad U'_1 = U'_2 \end{array}\right\}$$

$\Rightarrow -q_1 + q_2 = U'_1(C_1 + C_2)$

$$\Rightarrow U'_1 = \frac{-q_1 + q_2}{C_1 + C_2} = \frac{800}{5} = 160V$$

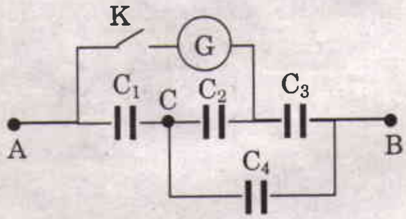
$\Rightarrow U'_2 = U'_1 = 160V$

$\Rightarrow q'_1 = C_1U'_1 = 2.160 = 320\mu C$

$q'_2 = C_2.U'_2 = 3.160 = 480\mu C$

16. Cho $\begin{cases} U_{AB} = 2V \\ C_1 = C_2 = C_4 = 6\mu F \\ C_3 = 4\mu F \end{cases} \xrightarrow{\text{Tính}} \begin{cases} \text{Tìm điện tích trên các tụ lượng} \\ \text{di chuyển qua G khi đóng K} \end{cases}$

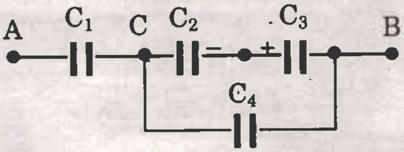
Giải



- Khi K mở:

$[(C_2 \text{ nt } C_3) \,//\, C_4\,] \text{nt } C_1$

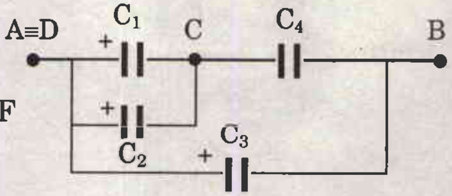
- $C_{23} = \dfrac{C_2.C_3}{C_2 + C_3} = \dfrac{6.4}{6 + 4} = 2,4\mu F$
- $C_{234} = C_{23} + C_4 = 2,4 + 6 = 8,4\mu F$



- $C_b = \dfrac{C_{234}.C_1}{C_{234} + C_1} = \dfrac{8,4.6}{8,4 + 6} = 3,5\mu F$
- $Q_4 = C_b.U = 3.5\ .2 = 7\mu C$
- $Q_1 = Q_{234} = Q_b = 7\mu C$
- $U_{234} = \dfrac{Q_{234}}{C_{234}} = \dfrac{7}{8,4} = 0,8V$
- $U_{23} = U_4 = U_{234} = 0,8V$
- $Q_4 = C_4.U_4 = 6.0,8 = 4,8\mu C$
- $Q_{23} = C_{23}.U_{23} = 2,4.0,8 = 1,92\mu C$
- $Q_2 = Q_3 = Q_{23} = 1,92\mu C$
- Khi đóng khóa K

Do G có điện trở rất nhỏ nên $A \equiv D$

$[(C_1 // C_2)$ nt $C_4] // C_3$



- $C_{12} = C_1 + C_2 = 12\mu F$
- $C_{124} = \dfrac{C_{12}.C_4}{C_{12} + C_4} = \dfrac{12.6}{12 + 6} = 4\mu F$
- $C_b = C_{124} + C_3 = 8\mu F$
- Điện tích của bộ tụ:

  $Q_b = C_b.U_b = 8.2 = 16\mu C$
- $U_{124} = U_3 = U = 2V$
- $Q_3 = C_3U_3 = 4.2 = 8\mu C$
- $Q_{124} = C_{124}.U_{124} = 4.2 = 8\mu C$
- $Q_{12} = Q_4 = Q_{124} = 8\mu C$
- $U_{12} = \dfrac{Q_{12}}{C_{12}} = \dfrac{8}{12} = \dfrac{4}{3}$ (V)
- $Q_1 = C_1.U_1 = 6.\dfrac{4}{3} = 8\mu C$
- $Q_2 = C_2.U_2 = 6.\ \dfrac{4}{3} = 8\mu C$

* Trước khi đóng K:

- Tổng điện tích tại D: $Q_{trước} = -q_2 + q_3 = 0$

* Sau khi đóng K:

- Tổng điện tích tại D: $Q_{sau} = q_1 + q_2 + q_3 = 24\mu C$

* Điện lượng di chuyển qua G

$\Delta q = |Q_{sau} - Q_{trước}| = 24\mu C$

Dạng 5: Năng lượng của tụ điện

17. Cho $\begin{cases} U = 200V \\ d = 4mm = 4.10^{-3} m \\ \varepsilon = 1 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} w = ?$

Giải

Mật độ năng lượng điện trường: $w = \dfrac{\varepsilon.E^2}{k8\pi}$

Với $E = \dfrac{U}{d} = \dfrac{200}{4.10^{-3}} = 5.10^4$ (V/m)

$$\Rightarrow w = \frac{1.25.10^8}{9.10^9.8.3{,}14} = 0{,}011 \text{ J.}$$

18. Cho $\begin{cases} C_1 = 2\mu F \\ d = 2cm = 2.10^{-2} m \\ U = 200V \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} ? \begin{cases} \text{a) } W = ? \\ \text{b) } \Delta W = ? \end{cases}$

Giải

a) Năng lượng điện trường

$$W_1 = \frac{1}{2}C_1U^2 = \frac{1}{2}2.10^{-6}.4.10^4 = 4.10^{-2} \text{ (J)}$$

b) Độ biến thiên năng lượng khi dịch hai bản ra xa:

– Năng lượng của tụ khi dịch 2 bản ra xa: $W_2 = \dfrac{1}{2}\dfrac{Q_2^2}{C_2}$

Do ngắt tụ ra khỏi nguồn thì $Q_2 = Q_1 = C_1U$

$$\Rightarrow W_2 = \frac{1}{2}\frac{C_1^2}{C_2}.U^2$$

$$\text{Mà: } \left.\begin{aligned} C_1 &= \frac{\varepsilon S}{4\pi k d_1} \\ C_2 &= \frac{\varepsilon S}{4\pi k d_2} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = \frac{d_2}{d_1} = 3 \Leftrightarrow C_2 = \frac{1}{3}C_1 = \frac{2}{3}\mu F.$$

$$\Rightarrow W_2 = \frac{1}{2}\frac{4.10^{-12}}{\frac{2}{3}.10^{-6}}\,4.10^4 = 12.10^{-4} \text{ (J)}$$

$$\Rightarrow \Delta W = W_1 - W_2 = 4.10^{-2} - 12.10^{-4} = 0{,}04 \text{ J.}$$

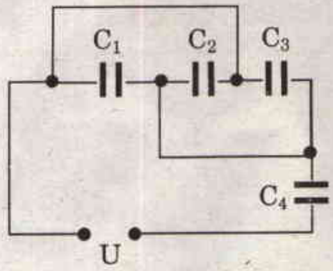
IV. Bài tập tương tự

1. Hai tụ điện $C_1 = 3\mu F$, $C_2 = 6\mu F$ mắc nối tiếp

a) Tính điện dung bộ tụ điện

b) Mắc bộ tụ đó vào hai cực của nguồn điện có hiệu điện thế $U = 12V$. Tính điện tích của các tụ điện.

2. Cho mạch tụ điện như hình vẽ. Hãy tính điện dung tương đương của bộ tụ và điện tích của từng tụ. Biết $C_1 = 2\mu F$; $C_2 = 4\mu F$; $C_3 = C_5 = 6\mu F$ và $U = 20V$.



3. Hai tụ $C_1 = 5.10^{-10}F$; $C_2 = 15.10^{-10}F$ mắc nối tiếp, khoảng cách giữa hai bản của mỗi tụ là 2mm và điện trường giới hạn là 3000 V/m. Hỏi bộ tụ chịu được hiệu điện thế giới hạn là bao nhiêu.

4. Tụ $C_1 = 2\mu F$ được tích điện đến hiệu điện thế 80V, sau đó được ngắt ra khỏi nguồn và nối song song với tụ C_2 chưa tích điện. Hiệu điện thế bộ tụ sau đó là 40V. Tính C_2 và điện tích từng tụ.

5. Ba tụ $C_1 = 2\mu F$; $C_2 = 4\mu F$; $C_3 = 8\mu F$ được tích điện đến cùng hiệu điện thế 50V rồi ngắt khỏi nguồn. Sau đó người ta nối các bản cùng dấu lại với nhau để tạo thành mạch kín. Tìm điện tích trên mỗi tụ sau khi nối.

Chương II

Hoat case!

DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI

Bài 5. DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI. NGUỒN ĐIỆN

I. Kiến thức cơ bản

1. Dòng điện

- Dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện được gọi là dòng điện
- Qui ước chiều dòng điện là chiều dịch chuyển của các điện tích dương
- Tác dụng của dòng điện:
  - Nhiệt, hóa học, sinh lí
  - Tác dụng đặc trưng của dòng điện là tác dụng từ

2. Cường độ dòng điện

$$\boxed{I = \frac{\Delta q}{\Delta t}} \quad \begin{cases} \Delta q(C): \text{điện lượng} \\ \Delta t(s): \text{thời gian} \end{cases}$$

- Dòng điện không đổi $\boxed{I = \dfrac{q}{t}}$
- Đơn vị cường độ dòng điện:

  + Hệ SI: I(A)

- Mật độ dòng điện: $\boxed{j = \dfrac{I}{S} = nq.v}$

Trong đó: $\begin{cases} S(m^2)\text{: Tiết diện thẳng của dây dẫn} \\ n\ (m^{-3})\text{ : Mật độ hạt mang điện} \\ q\ (C)\text{: Điện tích hạt mang điện} \\ v\ (m/s)\text{: Vận tốc trung bình hạt mang điện} \\ j\ (A/m^2)\text{: Mật độ dòng điện} \end{cases}$

3. Suất điện động của nguồn điện:

$$\boxed{\varepsilon = \frac{A}{q}}$$

A(J) : Công của lực lạ làm dịch chuyển điện tích dương bên trong nguồn từ cực âm đến cực dương

q(C): Điện tích di chuyển

ε(V): Suất điện động của nguồn điện

II. Câu hỏi trắc nghiệm và bài tập cơ bản + Nâng cao

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. Chọn câu sai:

Chiều dòng điện được qui ước là

a. Chiều dịch chuyển của các electron tự do

b. Chiều dịch chuyển của các ion âm

c. Chiều của điện trường

d. Chiều dịch chuyển của các điện tích dương.

2. Dòng điện chạy qua dây dẫn làm cho vật dẫn nóng lên đó tác dụng:

a. Từ b. Hóa c. Nhiệt d. Sinh lí.

3. Suất điện động của nguồn điện chính là công của

a. Lực điện trường làm dịch chuyển điện tích dương q bên trong nguồn điện

b. Lực điện trường làm dịch chuyển các e^- từ cực âm qua vật dẫn, đến cực dương

c. Lực lạ làm dịch chuyển điện tích dương từ cực dương đến cực âm bên trong nguồn điện

d. Lực làm dịch chuyển điện tích dương từ cực âm đến cực dương bên trong nguồn điện.

4. Đơn vị của cường độ dòng điện là

a. C b. C/s c. V d. mA.

5. Đại lượng đặc trưng cho khả năng sinh công của nguồn điện là:

a. Dòng điện b. Hiệu điện thế

c. Công d. Suất điện động.

B. Bài tập

Áp dụng:

- $I = \frac{q}{t}$
- $j = \frac{I}{S} = nqv$

1. Tính số electron đi qua tiết diện thẳng của một dây kim loại trong 1 giây, nếu có điện lượng 15 Culông dịch chuyển qua tiết diện đó trong 30s.

2. Một dây dẫn hình trụ có đường kính tiết diện ngang d = 3,6mm, dòng điện qua dây dẫn có cường độ 2A.

a) Tính số electron qua tiết diện ngang trong 1s.

b) Biết vận tốc trung bình của các electron chuyển động có hướng là 0,2 mm/s. Tính mật độ electron qua dây dẫn.

3. Một dây dẫn kim loại có tiết diện $S = 10\ mm^2$, trong 5s có một điện lượng 7,5C qua tiết diện ngang.

a) Tính cường độ dòng điện qua dây

b) Mật độ dòng điện qua tiết diện thẳng của dây

c) Biết mật độ electron trong dây là $n = 5.10^{27}$ hạt. Tính vận tốc trung bình của electron.

III. Hướng dẫn trả lời câu hỏi trắc nghiệm và giải bài tập

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1.d **2.**c **3.**d **4.**d **5.**d

B. Bài tập

1. Cho $\begin{cases} q = 15c \\ t = s \end{cases} \xrightarrow{\text{tìm}} n = ?$

Giải

+ Số electron qua tiết diện thẳng trong thời gian 30s:

$$q = n.e \Leftrightarrow n = \frac{q}{e} = \frac{15}{1,6.10^{-19}} = 9375.10^{-16}$$

+ Số electron qua tiết diện thẳng trong thời gian 1s

cứ 30s → $n = 9375.10^{15}$

$$1s \rightarrow n = \frac{9376.10^{15}}{30} = 3125.10^{14}$$

Vậy có 3125.10^{14} electron qua tiết diện thẳng dây dẫn trong 1s.

2. Cho $\begin{cases} d = 3,6mm = 36.10^{-4}m \\ I = 2A \end{cases} \xrightarrow{\text{Tính}} \begin{cases} \text{a) } n_e \text{ trong 1s} \\ \text{b) } v = 0,2 \text{ mm/s. Tìm mật độ} \\ \text{electron qua dây dẫn} \end{cases}$

Giải

a) Số electron qua tiết diện thẳng trong 1s:

Ta có: $I = \frac{q}{t} \Leftrightarrow q = It \Rightarrow q = 2.1 = 2 \Leftrightarrow n_e.e = 2$

$$\Rightarrow n_e = \frac{2}{e} = \frac{2}{1,6.10^{-19}} = 125.10^{17}$$

Vậy trong 1s có 125.10^{17} electron qua tiết diện thẳng của dây dẫn

b) Mật độ electron qua dây dẫn

Ta có: $j = \frac{I}{S} = \frac{2}{3,6.10^{-4}} = 5555,6\ \text{A/m}^2$.

Mà $j = nqv$

$$\Leftrightarrow n = \frac{J}{q.v} = \frac{5555,6}{1,6.10^{-19}.0,2.10^{-3}} = 1736125.10^{20}.$$

3. Cho $\begin{cases} s = 10\text{mm}^2 = 10^{-5}\text{m}^2 \\ t = 5\text{s}, q = 7,5\text{C} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } I = ? \\ \text{b) } j = ? \\ \text{c) } n = 5.10^{27}, v = ? \end{cases}$

Giải

a) Tìm cường độ dòng điện qua dây

$$I = \frac{q}{t} = \frac{7,5}{5} = 1,5\ (\text{A})$$

b) Mật độ dòng điện:

$$j = \frac{I}{S} = \frac{1,5}{10^{-5}} = 15.10^4\ (\text{A/m}^2)$$

c) Vận tốc trung bình

Ta có: $j = n.q.v$

$$\Leftrightarrow v = \frac{j}{n.q} = \frac{15.10^4}{5.10^{27}.1,61.0^{-19}} = 1,8.10^{-4}\ \text{m/s}$$

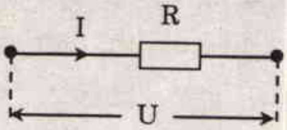
$\Rightarrow v = 0,018$ mm/s.

Bài 6. ĐỊNH LUẬT OHM

I. Kiến thức cần nắm

1. Định luật Ohm

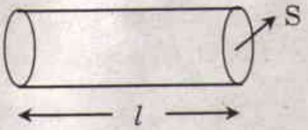
$$\boxed{I = \frac{U}{R}}$$



Trong đó $\begin{cases} U(V): \text{Hiệu điện thế hai đầu vật dẫn} \\ R(\Omega): \text{Điện trở của vật dẫn} \\ I(A): \text{Cường độ dòng điện qua điện trở} \end{cases}$

- $AB = V_A - V_B = RI$: là độ giảm thế trên R
- *Điện trở của dây đồng tính, chiều dài l, tiết diện S*

$$\boxed{R = \rho \frac{l}{S}}$$



Trong đó: l (m): Chiều dài đoạn dây dẫn
S (m^2): Tiết diện vật dẫn
R (Ω): Điện trở vật dẫn
ρ (Ω.m): Điện trở suất

2. *Sự phụ thuộc của điện trở vào nhiệt độ:*

$$\boxed{\begin{aligned} R_t &= R_0(1 + \alpha t) \\ \rho_t &= \rho_0(1 + \alpha t) \end{aligned}} \quad \begin{cases} R_0, \rho_0: \text{điện trở \& điện trở suất ở } 0^0C \\ R_t, \rho_t: \text{điện trở \& điện trở suất ở } t^0C \end{cases}$$

3. *Hiện tượng siêu dẫn*

- Khi nhiệt độ giảm điện trở của kim loại giảm
- Khi nhiệt độ giảm đến nhiệt độ T_c nào đó, điện trở của kim loại (hay hợp kim) giảm đột ngột đến giá trị bằng không. Hiện tượng này được gọi là siêu dẫn.

II. Câu hỏi trắc nghiệm và bài tập cơ bản + nâng cao

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. Điện trở của vật dẫn phụ thuộc vào
a. Nhiệt độ
b. Bản chất vật dẫn
c. Kính thước và hình dạng của vật dẫn
d. Cả ba yếu tố a, b, c.

2. Khi nhiệt độ tăng lên thì
a. Điện trở của kim loại tăng và của dung dịch chất điện phân tăng
b. Điện trở của kim loại tăng và của dung dịch chất điện phân giảm
c. Điện trở của kim loại giảm và của dung dịch chất điện phân tăng
d. Điện trở của kim loại giảm và của dung dịch chất điện phân giảm.

3. Khi tăng đường kính tiết diện của dây dẫn kim loại lên 1,5 lần, còn giữ nguyên chiều dài thì điện trở của dây dẫn kim loại sẽ:
a. Giảm đi $\frac{4}{9}$ lần
b. Giảm đi $\frac{2}{3}$ lần

c. tăng lên gấp $\frac{3}{2}$ lần　　　　d. tăng lên gấp $\frac{9}{4}$ lần.

4. Khi tăng đường kính tiết diện của dây dẫn kim loại lên 1,5 lần, còn giữ nguyên chiều dài dây và hiệu điện thế đặt vào hai đầu dây dẫn thì cường độ dòng điện sẽ:

a. giảm đi $\frac{4}{9}$ lần　　　　b. giảm đi $\frac{2}{3}$ lần

c. tăng lên gấp $\frac{3}{2}$ lần　　　　d. tăng lên gấp $\frac{9}{4}$ lần.

5. Điện trở của vật dẫn ở nhiệt độ không đổi, nếu

a. Hiệu điện thế ở 2 đầu vật dẫn tăng lên hai lần thì điện trở của vật dẫn tăng lên hai lần

b. Hiệu điện thế ở hai đầu vật dẫn tăng lên hai lần thì điện trở của vật dẫn giảm đi hai lần

c. Hiệu điện thế ở hai đầu vật dẫn giảm hai lần thì điện trở của vật dẫn giảm đi hai lần

d. Điện trở của vật dẫn sẽ không đổi khi tăng hiệu điện thế hoặc giảm hiệu điện thế.

II. Bài tập cơ bản + nâng cao

Dạng 1: Áp dụng định luật Ohm

* Nhắc lại:

- Đoạn mạch mắc nối tiếp:
  - + $U = U_1 + U_2 + ... + U_n$
  - + $I = I_1 = I_2 = ... = I_n$
  - + Điện trở: $R_b = R_1 + R_2 + ... + R_n$
- Đoạn mạch song song:
  - + $U_1 = U_2 = U_3 = ... = U$
  - + $I = I_1 + I_2 + ... + I_n$
  - + $\frac{1}{R_b} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ... + \frac{1}{R_n}$

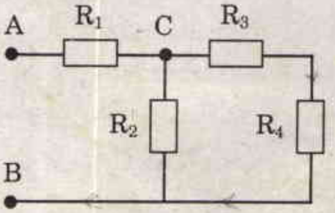
1. Cho mạch điện như hình vẽ

Biết $R_2 = R_3 = R_4 = 3\Omega$

$R_1 = 4\Omega$, $U_{AB} = 12V$

a) Tính R_{AB}

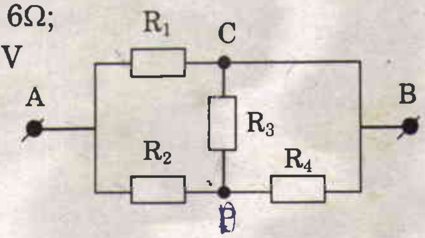
b) Cường độ dòng điện qua các điện trở



2. Cho mạch điện như hình. Biết $R_1 = 6\Omega$; $R_2 = 4\Omega$, $R_3 = 3\Omega$, $R_4 = 6\Omega$, $U_{AB} = 30V$

a) Tìm điện trở R_{AB}.

b) Cường độ dòng điện qua các điện trở.



3. Cho đoạn mạch điện như hình. Biết $R_3 = R_4 = 3\Omega$

$R_2 = 2\Omega$, $R_1 = 1\Omega$

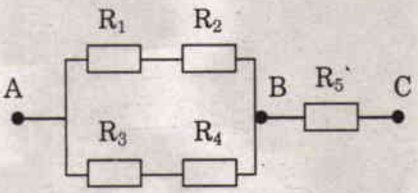
$R_5 = 4\Omega$. $U_{AC} = 18V$

a) Tìm điện trở R_{AC}

b) Tìm U_{AB}

c) Chứng tỏ. $U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2}.U_{AB}$,

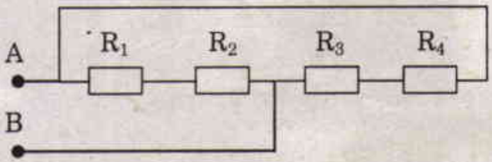
$U_3 = \frac{R_3}{R_3 + R_4}.U_{AB}$ và tìm các giá trị U_1, U_3.



4. Cho đoạn mạch điện.

Biết: $R_1 = R_2 = 3\Omega$

$R_2 = 1\Omega$, $R_4 = 2\Omega$, $U_{AB} = 8V$



a) Tìm điện trở tương đương của mạch điện

b) Cường độ dòng điện qua mạch chính

c) Chứng tỏ $I_1 = \frac{R_3 + R_4}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}.I$, $I_3 = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}.I$

Dạng 2: Mạch cầu Wheatstone

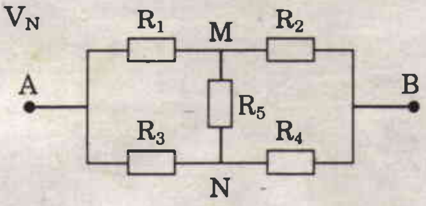
– Xét mạch:

- Nếu $I_5 = 0 \Rightarrow U_{MN} = 0 \Leftrightarrow V_M = V_N$

Lúc đó: $I_1 = I_2$ và $I_3 = I_4$

$\Rightarrow$ Cầu Wheatstone cân bằng:

$$\boxed{\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}}$$

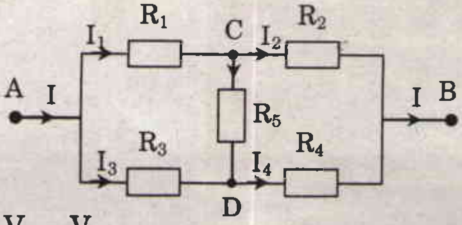


- Nếu $I_5 \neq 0$ mạch Wheatston không cân bằng

Có 2 cách giải:

* *Cách 1:* Áp dụng định luật nút mạch

- Giả sử dòng điện như hình
- Tại C: $I_1 = I_2 + I_5$ (1)



- Tại D: $I_4 = I_3 + I_5$ (2)

$$(1)\ \&\ (2) \Leftrightarrow \begin{cases} \dfrac{U_{AC}}{R_1} = \dfrac{U_{CB}}{R_2} + \dfrac{U_{CD}}{R_5} \\ \dfrac{U_{DB}}{R_4} = \dfrac{U_{AD}}{R_3} + \dfrac{U_{CD}}{R_5} \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \dfrac{V_A - V_C}{R_1} = \dfrac{V_C - V_B}{R_3} + \dfrac{V_C - V_D}{R_5} \\ \dfrac{V_D - V_B}{R_4} = \dfrac{V_A - V_D}{R_3} + \dfrac{V_C - V_D}{R_5} \end{cases} \quad (3)$$

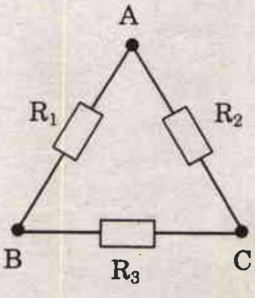
Chọn $V_B = 0$ mà $V_A - V_B = U \Rightarrow V_A = U$

$$\text{– Từ (3)} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{U - V_C}{R_1} = \dfrac{V_C}{R_3} + \dfrac{V_C - V_D}{R_5} \\ \dfrac{V_D}{R_4} = \dfrac{U - V_D}{R_3} + \dfrac{V_C - V_D}{R_5} \end{cases} \quad (4)$$

– Giải hệ 4, tìm được V_C, $V_D \Rightarrow I_1, I_2, I_3, I_4, I_5$

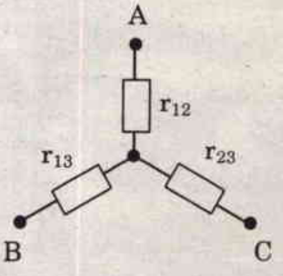
* *Cách 2:* Dùng phương pháp chuyển mạch tam giác thành mạch sao

– Công thức chuyển mạch (Δ) thành mạch sao (Y)



(Δ)

Chuyển thành →



(Y)

- $r_{12} = \dfrac{R_1R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$
- $r_{13} = \dfrac{R_1R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$
- $r_{23} = \dfrac{R_2R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$
- Chứng minh:

+ Xét 2 điểm A và B ở mạch (Δ): (R_2 nt R_3) // R_1

$$\Rightarrow R_{AB} = \frac{(R_2 + R_3)R_1}{R_1 + R_2 + R_3} \qquad (1)$$

+ Xét 2 điểm A & B ở mạch (Y)

$$r_{AB} = r_{12} + r_{13} \qquad (2)$$

* Từ (1) & (2)

$$\Rightarrow \frac{(R_2 + R_3)R_1}{R_1 + R_2 + R_3} = r_{12} + r_{23} \qquad (3)$$

+ Tương tự cho 2 điểm B và C

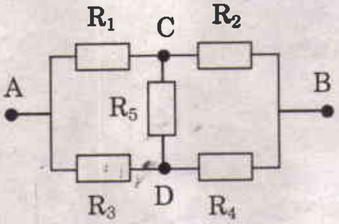
$$\frac{(R_1 + R_2)R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = r_{23} + r_{23} \qquad (4)$$

+ Hai điểm C và A

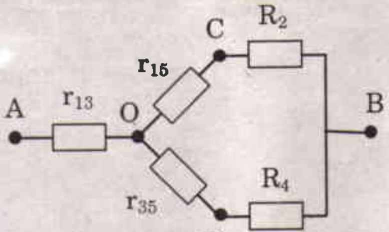
$$\frac{(R_1 + R_3).R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = r_{23} + r_{12} \qquad (5)$$

+ Từ (3), (4) và (5) thu được về hệ thức (*)

– Như vậy với công thức chuyển mạch này thì mạch cầu được vẽ lại



(I)



(II)

Các bước tính I_1, I_2, I_3, I_4, I_5.

- Tính điện trở tương đương ở mạch II
- Tính cường độ qua mạch chính I ở mạch II
- Tính $U_{OB} \rightarrow I_2 = \dfrac{U_{OB}}{R_2 + r_{15}}$;

$$I_4 = \frac{U_{OB}}{R_4 + r_{35}}$$

- Tính U_{AC}, U_{AD} ở mạch II
- Mà U_{AC}, U_{AD} ở mạch (II) cũng chính là U_{AC}, U_{AD} ở mạch I, từ đó $\Rightarrow I_1$, I_3.
- Có I_1, I_2, tìm được I_5.

5. Cho mạch điện như hình vẽ

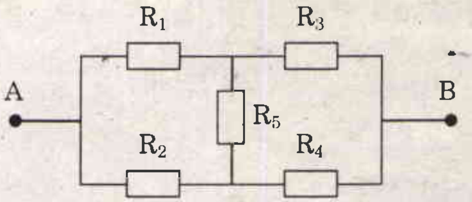
$R_1 = R_5 = 3\Omega$

$R_2 = 6\Omega$

$R_3 = 4\Omega$

R_4 thay đổi được:

$U_{AB} = 12V$



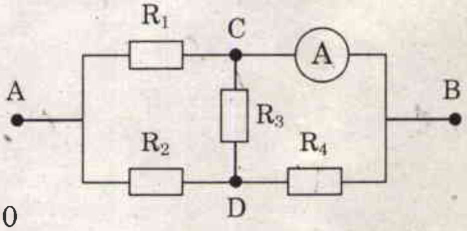
a) Khi $R_4 = 8\Omega$. Tìm cường độ dòng điện qua các điện trở.

b) Khi $R_4 = 60\Omega$. Tìm cường độ dòng điện qua các điện trở.

Dạng 3: Mạch có vôn kế, ampe kế:

- Vôn kế có điện trở lớn nên không có dòng điện qua vôn kế.
- Ampe kế có điện trở rất nhỏ.

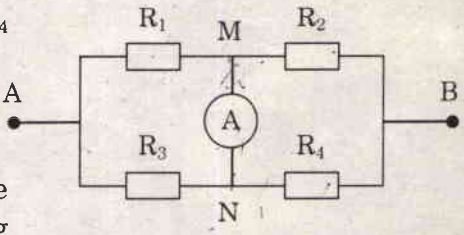
6. Cho mạch điện như hình. Biết $R_2 = R_3 = R_4 = 3\Omega$; $R_1 = 8\Omega$; $U_{AB} = 12V$



a) Tính cường độ dòng điện qua các điện trở

b) Số chỉ của ampe kế. Cho $R_A = 0$

7. Cho mạch điện như hình vẽ: Biết $R_1 = 3\Omega$, $R_3 = 6\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, R_4 thay đổi được $U_{AB} = 12V$; $R_A = 0$



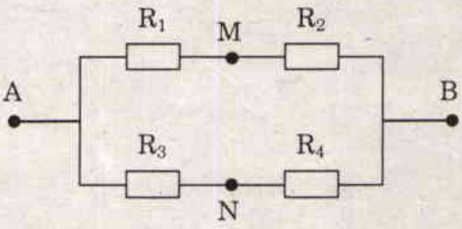
a) Điều chỉnh $R_4 = 8\Omega$. Tìm số chỉ Ampe kế

b) $R_4 = 4\Omega$. $I_A = ?$

b) Biết rằng dòng điện qua ampe kế có chiều từ M → N, cường độ $I_A = 0,8A$. Tìm R_4.

8. Cho mạch điện như hình vẽ

$R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = R_4 = 3\Omega$, $U_{AB} = 12V$.



a) Chứng tỏ rằng hiệu điện thế giữa hai điểm M, N thỏa hệ thức:

$$U_{MN} = \left(\frac{R_3}{R_3 + R_4} - \frac{R_1}{R_1 + R_2}\right)U$$

b) Mắc vào 2 điểm M, N một vôn kế có $R_v \to \infty$. Tìm số chỉ vôn kế.

III. Hướng dẫn giải bài tập và trả lời câu hỏi trắc nghiệm

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1.d 2.b 3.d 4.a 5.d

B. Bài tập

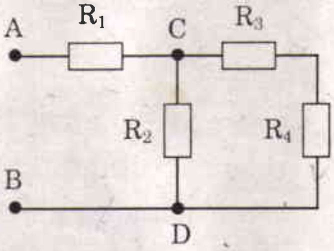
1. Cho $\begin{cases} R_1 = 4\Omega \\ R_2 = R_3 = R_4 = 3\Omega \\ U_{AB} = 12V \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} a)\ R_{AB} \\ b)\ I_1, I_2, I_3, I_4 \end{cases}$

Giải

a) Tính R_{AB}:

– Các điện trở của mạch điện được mắc như sau:

$[(R_3 \text{ nt } R_4) // R_2] \text{ nt } R_1$



- $R_{34} = R_3 + R_4 = 6\Omega$
- $R_{234} = \dfrac{R_2.R_{34}}{R_2 + R_{34}} = \dfrac{3.6}{3+6} = 2\Omega$
- $R_{AB} = R_1 + R_{234} = 4 + 2 = 6\Omega$

b) Cường độ dòng điện qua các điện trở:

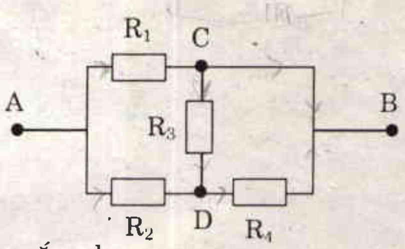
- Cường độ dòng điện qua mạch chính:

$$I = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{12}{6} = 2A$$

- Do R_1 nt $R_{234} \Rightarrow I_1 = I_{234} = I = 2A$
- $U_{234} = I_{234}.R_{234} = 2.2 = 4V$
- Do $R_{34} // R_2 \Rightarrow U_{34} = U_2 = U_{234} = 4(V)$
- $I_2 = \dfrac{U_2}{R_2} = \dfrac{4}{3}$ (A)
- $I_3 = I_4 = I_{34} = \dfrac{U_{34}}{R_{34}} = \dfrac{4}{6} = \dfrac{2}{3}$ (A)

2. Cho $\begin{cases} R_3 = 3\Omega \\ R_4 = 6\Omega \\ R_1 = 6\Omega \\ U_{AB} = 30V \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} a)\ R_{AB} \\ b)\ \text{Tìm } I_1, I_2, I_3, I_4 \end{cases}$

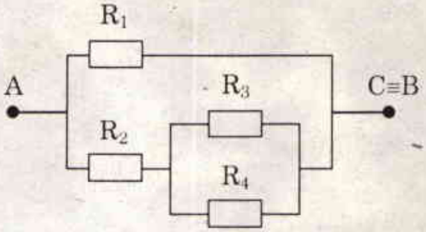
Giải



– Do CB là dây dẫn nên độ giảm thế trên CB không đáng kể $\Rightarrow V_C = V_B$. Do đó ta chập điểm C và điểm B. Mạch điện được vẽ lại:

– Các điện trở của mạch điện được mắc như sau:

$[(R_3 // R_4)$ nt $R_2] // R_1$



- $R_4 = \dfrac{R_3R_4}{R_3 + R_4} = \dfrac{3.6}{3+6} = 2\Omega$
- $R_{234} = R_2 + R_{34} = 4 + 2 = 6\Omega$
- $R_{AB} = \dfrac{R_1.R_{234}}{R_1 + R_{234}} = \dfrac{6.6}{6+6} = 3\Omega$

b) Tìm cường độ dòng điện qua các điện trở

- Do $R_1 // R_{234} \Rightarrow U_1 = U_{234} = U_{AB} = 30V$
- $I_1 = \dfrac{U_1}{R_1} = \dfrac{30}{6} = 5A$
- $I_{234} = \dfrac{U_{234}}{R_{234}} = \dfrac{30}{6} = 5A$
- Do R_2 nt $R_{34} \Rightarrow I_2 = I_{34} = I_{234} = 5A$
- $U_2 = R_2I_2 = 5.4 = 20$ (V)
- $U_{34} = U_{234} - U_2 = 30 - 20 = 10$ (V)
- Do $R_3 // R_4 \Rightarrow U_3 = U_4 = U_{34} = 20$ (V)
- $I_3 = \dfrac{U_3}{R_3} = \dfrac{10}{3}$ A ; $I_4 = \dfrac{U_4}{R_4} = \dfrac{10}{6} = \dfrac{5}{3}$ (A)

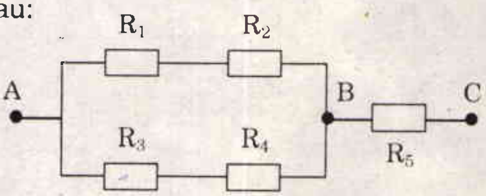
3. Cho $\begin{cases} R_3 = R_4 = 3\Omega \\ R_2 = 2\Omega,\ R_1 = 1\Omega \\ R_5 = 4\Omega,\ U_{AC} = 18V \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } R_{AC} \\ \text{b) } U_{AB} \\ \text{c) Giá trị } U_1,\ U_2 \end{cases}$

Giải

a) R_{AC}

Các điện trở điện mắc như sau:

$[(R_1$ nt $R_2) // (R_3$ nt $R_4)]$ nt R_5



- $R_{12} = R_1 + R_2 = 3\Omega$
- $R_{34} = R_3 + R_4 = 6\Omega$

- $R_{234} = \dfrac{R_3.R_{34}}{R_{12} + R_{34}} = \dfrac{3.6}{3+6} = 2\Omega$

$R_{AC} = R_{1234} + R_5 = 2 + 4 = 6\Omega$

b) Tìm U_{AB}

- Cường độ dòng điện qua mạch chính

$$I = \frac{U_{AC}}{R_{AC}} = \frac{18}{6} = 3A$$

- Do R_5 nt $R_{1234} \Rightarrow I_5 = I_{1234} = I = 3$ (A)

$\Rightarrow U_{AB} = U_{1234} = R_{1234}.I_{1234} = 2.3 = 6V$

c) Chứng tỏ: $U_1 = \dfrac{R_1}{R_1 + R_2}.U_{AB}$

$$U_3 = \frac{R_3}{R_3 + R_4}.U_{AB}$$

Ta có: $U_1 = I_1.R_1$

Mà $I_1 = I_2 = I_{12} = \dfrac{U_{12}}{R_1 + R_2} = \dfrac{U_{AB}}{R_1 + R_2} \Rightarrow U_1 = \dfrac{R_1}{R_1 + R_2}.U_{AB}$

Tương tự: $U_3 = I_3.R_3$

Mà $I_3 = I_4 = I_{34} = \dfrac{U_{34}}{R_3 + R_4} = \dfrac{U_{AB}}{R_3 + R_4} \Rightarrow U_3 = \dfrac{R_3}{R_3 + R_4}.U_{AB}$

Thay các giá trị của điện trở và U_{AB} vào ta được:

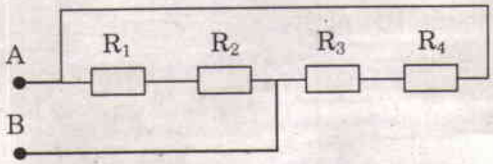
$$U_1 = \frac{1}{3}.6 = 2V$$

$$U_3 = \frac{3}{6}.6 = 3V$$

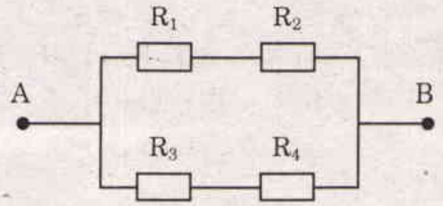
4. Cho $\begin{cases} R_1 = R_2 = 3\Omega \\ R_2 = 1\Omega,\ R_4 = 2\Omega \\ U_{AB} = 8V \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } R_{AB} \\ \text{b) } I \\ \text{c) } I_1, I_3 = ? \end{cases}$

Giải

a) $R_{AB} = ?$



Mạch điện được vẽ lại:



Các điện trở của mạch điện được mắc như sau:

$(R_1 \text{ nt } R_2) // (R_3 \text{ nt } R_4)$

- $R_{12} = R_1 + R_2 = 6\Omega$
- $R_{34} = R_3 + R_4 = 3\Omega$
- $R_{AB} = \frac{R_{12}.R_{34}}{R_{12} + R_{34}} = \frac{6.3}{9} = 2\Omega$

b) Cường độ dòng điện qua mạch chính:

$$I = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{8}{2} = 4\ (A)$$

c) Chứng tỏ

- $I_1 = \frac{(R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}.I$
- $I_3\ \frac{(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}.I$

Ta có:

- $I_1 = I_2 = I_{12} = \frac{U_{12}}{R_{12}} = \frac{U_{AB}}{R_{12}} = \frac{R_{AB}.I}{R_{12}}$

$$= \frac{R_{12}.R_{34}}{(R_{12} + R_{34})R_{12}}.I = \frac{R_{34}}{R_{12} + R_{34}}.I$$

$$= \frac{(R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}.I$$

- $I_3 = I_4 = I_{34} = \frac{U_{34}}{R_{34}} = \frac{U_{AB}}{R_{34}} = \frac{R_{AB}}{R_{34}}.I$

$$= \frac{R_{12}.R_{34}}{(R_{12} + R_{34})R_{34}}.I = \frac{R_{12}}{R_{12} + R_{34}}.I = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}.I$$

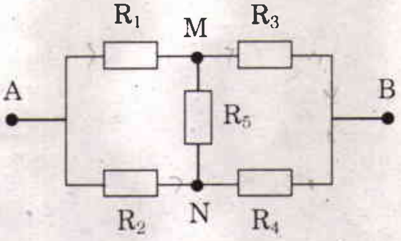
Vậy $I_1 = \frac{R_3 + R_4}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}.I$

$I_3 = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}.I$

Dạng 2: Bài toán mạch cầu Wheatston

5. Cho $\begin{cases} R_1 = R_5 = 3\Omega \\ R_2 = 6\Omega \\ R_3 = 4\Omega \\ U_{AB} = 12V \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} a)\ R_4 = 8\Omega.\ \text{Tìm } I_1, I_2, I_3, I_4 \\ b) R_4 = 6\Omega.\ \text{Tìm } I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 \end{cases}$

Giải

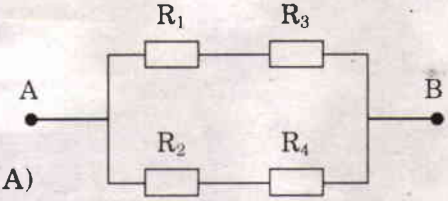


a) Khi $R_4 = 8\Omega$

– Nhận xét: $\dfrac{R_1}{R_2} = \dfrac{R_3}{R_4} = \dfrac{1}{2}$

$\Rightarrow$ Mạch cầu cân bằng, không có dòng điện qua R_5, bỏ R_5 ra, mạch điện vẽ lại

Các điện trở của mạch được mắc như sau:



$(R_1 \text{ nt } R_3) // (R_2 \text{ nt } R_4)$

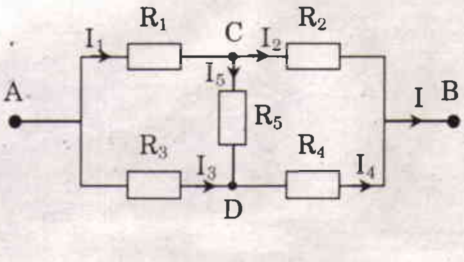
- $R_{13} = R_1 + R_3 = 7\Omega$
- $R_{34} = R_2 + R_4 = 10\Omega$
- $R_{AB} = \dfrac{R_{13}.R_{24}}{R_{13} + R_{24}} = \dfrac{7.10}{7 + 10} = 4\ (A)$
- $I_1 = I_3 = \dfrac{U_{AB}}{R_1 + R_3} = \dfrac{12}{7} = 1{,}7\ (A)$
- $I_2 = I_4 = \dfrac{U_{AB}}{R_2 + R_4} = \dfrac{12}{10} = 1{,}2\ (A)$

b) Khi $R_4 = 6\Omega$

Nhận xét:

$\dfrac{R_1}{R_2} \neq \dfrac{R_3}{R_4}$ $\Rightarrow$ Mạch cầu không cân bằng, vận dụng phương pháp nút để giải.

Giả sử chiều cường độ dòng điện có chiều như hình:



- Tại C: $I_1 = I_2 + I_5$ (1)
- Tại D: $I_4 = I_3 + I_5$ (2)

$$(1)\text{ và }(2) \Leftrightarrow \begin{cases} \dfrac{U_{AC}}{R_1} = \dfrac{U_{CB}}{R_2} + \dfrac{U_{CD}}{R_3} \\ \dfrac{U_{DB}}{R_4} = \dfrac{U_{AD}}{R_3} + \dfrac{U_{CD}}{R_5} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \dfrac{V_A - V_C}{R_1} = \dfrac{V_C - V_B}{R_2} + \dfrac{V_C - V_D}{R_5} \\ \dfrac{V_D - V_B}{R_4} = \dfrac{V_A - V_D}{R_3} + \dfrac{V_C - V_D}{R_5} \end{cases}$$

Chọn V_B làm gốc điện thế: $V_B = 0 \Rightarrow V_A = U$

$$\Rightarrow \begin{cases} \dfrac{U - V_C}{R_1} = \dfrac{V_C}{R_2} + \dfrac{V_C - V_D}{R_5} \\ \dfrac{V_D}{R_4} = \dfrac{V_A - V_D}{R_3} + \dfrac{V_C - V_D}{R_5} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{12 - V_C}{3} = \dfrac{V_C}{6} + \dfrac{V_C - V_D}{30} \\ \dfrac{V_D}{6} = \dfrac{12 - V_D}{4} + \dfrac{V_C - V_D}{3} \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 24V_C = V_C + 2V_C - 2V_D \\ 2V_D = 36 - 3V_D + 4V_C - 4V_D \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 5V_C - 2V_D = 24 \\ 4V_C - 9V_D = -36 \end{cases}$$

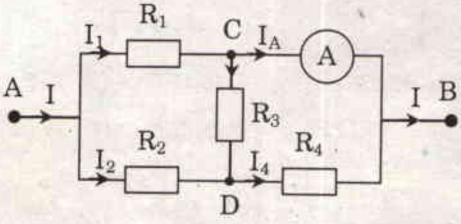
$$\Rightarrow \begin{cases} V_C = 7{,}8\ (V) \\ V_D = 7{,}5\ (V) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1 = \dfrac{U - V_C}{R_1} = \dfrac{12 - 7{,}8}{3} = 1{,}4A \\ I_2 = \dfrac{V_C}{6} = \dfrac{7{,}8}{6} = 1{,}3A \\ I_3 = \dfrac{V_D}{4} = \dfrac{12 - 7{,}5}{4} = 1{,}125A \\ I_4 = \dfrac{V_D}{6} = \dfrac{7{,}5}{6} = 1{,}25A \\ I_5 = \dfrac{V_C - V_D}{3} = \dfrac{7{,}8 - 7{,}5}{3} = 0{,}1A \end{cases}$$

Dạng 3: Mạch có vôn kế và ampe kế

$$\textbf{6.}\ \begin{cases} R_2 = R_3 = R_4 = 3\Omega \\ R_1 = 8\Omega \\ U_{AB} = 12V \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} a)\ I_1,\ I_2,\ I_3,\ I_4 \\ b)\ (A)? \end{cases}$$

Giải

a) I_1, I_2, I_3, I_4?

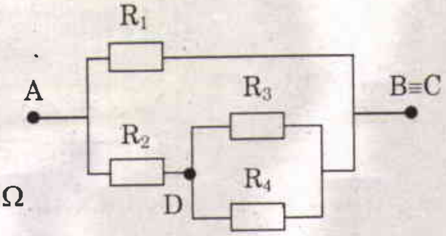


Do $R_A = 0 \Rightarrow$ CB là dây dẫn

$\Rightarrow C \equiv B$, mạch vẽ lại:

Các điện trở được mắc như sau:

$[(R_3 // R_4) \text{ nt } R_2] // R_1$



- $R_{34} = \dfrac{R_3R_4}{R_3 + R_4} = \dfrac{9}{6} = 1{,}5\Omega$
- $R_{234} = R_2 + R_{34} = 3 + 1{,}5 = 4{,}5\Omega$
- $R_b = \dfrac{R_1.R_{234}}{R_1 + R_{234}} = \dfrac{8.4{,}5}{8 + 4{,}5} = 2{,}88\ (\Omega)$
- Cường độ dòng điện qua mạch chính:
- $I = \dfrac{U_{AB}}{R_{AB}} = \dfrac{12}{2{,}28} = 5{,}3\ (A)$
- $I_1 = \dfrac{U_{AB}}{R_1} = \dfrac{12}{8} = 1{,}5\ A$
- Do $R_2 // R_{34} \Rightarrow I_2 = I_{34} = I_{234} = \dfrac{U_{234}}{R_{234}} = \dfrac{12}{4{,}5} = 2{,}7A$
- $U_{34} = R_{34}.I_{34} = 1{,}5.2{,}7 = 4{,}05\ (V)$
- $I_3 = \dfrac{U_{34}}{R_3} = \dfrac{4{,}05}{3} = 1{,}35\ (A)$
- $I_4 = \dfrac{U_{34}}{R_4} = \dfrac{4{,}05}{3} = 1{,}35\ (A)$

b) Số chỉ ampe kế:

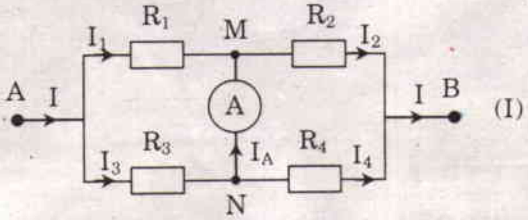
Tại nút B của mạch chưa vẽ lại, ta có:

$$I = I_4 + I_a \Leftrightarrow I_a = I - I_4 = 5{,}3 - 1{,}35 = 3{,}95\ (A)$$

Vậy ampe kế chỉ 3,95 (A)

$$\textbf{7. } \text{Cho} \begin{cases} R_1 = 3\Omega \\ R_2 = 4\Omega \\ R_3 = 6\Omega \\ U_{AB} = 12V \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } R_4 = 8\Omega,\ I_A = ? \\ \text{b) } R_4 = 4\Omega,\ I_A = ? \\ \text{c) } I_A = 0{,}8A, \text{ chiều từ} \\ \quad M \to N. \text{ Tìm } R_4 \end{cases}$$

Giải



a) Khi $R_4 = 8\Omega$. Tìm I_A

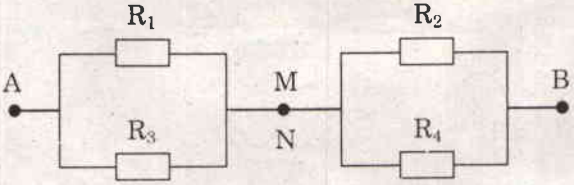
Nhận xét: $\dfrac{R_1}{R_3} = \dfrac{R_2}{R_4} = \dfrac{1}{2}$

$\Rightarrow$ Mạch cầu cân bằng $\Rightarrow$ Ampe kế chỉ số không.

b) $R_4 = 4\Omega$. Tìm $I_A = ?$

Do $R_A = 0 \Rightarrow M \equiv N$

$\Rightarrow$ Mạch vẽ lại:



Các điện trở mắc như sau:

$(R_1 \,//\, R_3)$ nt $(R_2 \,//\, R_4)$

- $R_{13} = \dfrac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} = \dfrac{3.6}{3+6} = 2\Omega$

- $R_{24} = \dfrac{R_2.R_4}{R_2 + R_4} = \dfrac{4.6}{4+6} = 2{,}4\Omega$

$R_{AB} = R_{13} + R_{24} = 4{,}4\Omega$

- Cường độ dòng điện qua mạch chính:

$I = \dfrac{U_{AB}}{R_{AB}} = \dfrac{12}{4{,}4} = 2{,}7$ (A)

- Do R_{13} nt $R_{24} \Rightarrow I_{13} = I_{24} = I = 2{,}7$ (A)
- $U_{13} = R_{13}.I_{13} = 2.2{,}7 = 5{,}4$ (V)
- $U_{24} = U - U_{13} = 12 - 5{,}4 = 6{,}6$ (V)
- $I_1 = \dfrac{U_{13}}{R_1} = \dfrac{5{,}4}{3} = 1{,}8$ (A)
- $I_3 = \dfrac{U_{13}}{R_3} = \dfrac{5{,}4}{6} = 0{,}9$ (A)
- $I_2 = \dfrac{U_{24}}{R_2} = \dfrac{6{,}6}{4} = 1{,}65$ (A)
- $I_4 = \dfrac{U_{24}}{R_4} = \dfrac{6{,}6}{4} = 1{,}65$ (A)

- Giả sử dòng điện qua ampe kế từ N → M.
- Quay lại mạch (I), tại N ta có: $I_4 = I_A + I_3$

$\Leftrightarrow I_A = I_4 - I_3 = 1,65 - 0,9 = 0,75$ (A)

Vậy ampe kế chỉ 0,75A.

c) Cho $I_A = 0,8$A, chiều từ N → M. Tìm R_4.

- Xét mạch (I)

Tại A. $I_1 + I_A = I_2$

$$\Leftrightarrow \frac{U_1}{R_1} + I_A = \frac{U_2}{R_2} \Leftrightarrow \frac{U_1}{3} = 0,8 + \frac{U_2}{4}$$

$\Leftrightarrow 4U_1 - 3U_2 = 9,6$ (1)

Mà $U_1 + U_2 = 12$ (2)

- Giải (1) và (2) ta được $\begin{cases} U_1 = 6,5(V) \\ U_2 = 5,5(V) \end{cases}$

- $I_2 = \dfrac{U_2}{R_2} = \dfrac{5,5}{4} = 1,375$ (A)
- $I_3 = \dfrac{U_3}{R_3} = \dfrac{U_1}{R_3} = \dfrac{6,5}{6} = 1,1$ (A)

Mà $I_3 = I_A + I_4 \Leftrightarrow I_4 = I_3 - I_A = 1,1 - 0,8 = 0,3$ A.

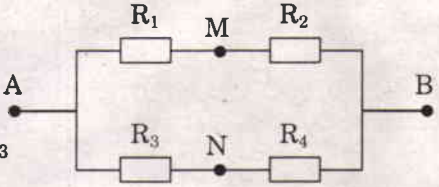
$$\Rightarrow R_4 = \frac{U_4}{I_4} = \frac{U_2}{I_4} = \frac{5,5}{0,3} = 18\Omega$$

Vậy $R_4 = 18\Omega$

8. Cho $\begin{cases} R_1 = 1\Omega \\ R_2 = 2\Omega \\ R_3 = R_4 = 3\Omega \\ U_{AB} = 12V \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) Chứng tỏ:} \\ U_{MN}\left(\dfrac{R_3}{R_3 + R_4R_1} - \dfrac{R_1}{R_1 + R_2}\right)U \\ \text{b) Số chỉ vôn kế} \end{cases}$

Giải

a) Ta có:



- $U_1 = I_1R_1 = I_{12}R_1 = \dfrac{U_{AB}}{R_1 + R_2}.R_1$
- $U_3 = I_3R_3 = I_{34}.R_3 = \dfrac{U_{AB}}{R_3 + R_4}.R_3$
- Mà $U_{MN} = U_{MA} + U_{AN}$

với $U_{MA} = -U_{AM} = -U_1$

$U_{AN} = U_3$.

$$\Rightarrow U_{MN} = U_3 - U_1 = \left(\frac{R_3}{R_3 + R_4} - \frac{R_1}{R_1 + R_2}\right)U_{AB}$$

b) Số chỉ vôn kế:

Theo câu a:

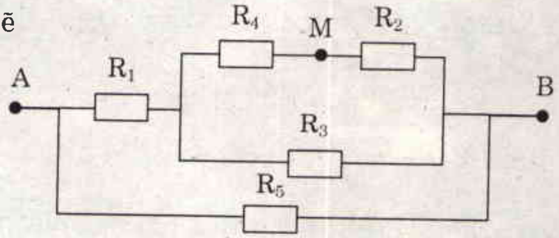
$$U_{MN} = \left(\frac{R_3}{R_3 + R_4} - \frac{R_1}{R_1 + R_2}\right)U_{AB}$$

Thế số: $U_{MN} = \left(\frac{3}{3+3} - \frac{1}{3}\right).12 = \left(\frac{3}{6} - \frac{1}{3}\right)12 = -\frac{1}{6}.12 = -2V$

Vậy số chỉ vôn kế bằng 2V và cực dương mắc vào N.

IV. Bài tập tương tự

1. Cho mạch điện như hình vẽ



Biết: $R_1 = 2\Omega$

$R_2 = 4\Omega$, $R_3 = 3\Omega$

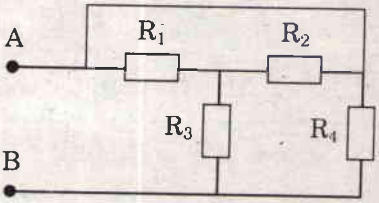
$R_4 = 10\Omega$, $R_5 = 12\Omega$

$U_{AB} = 12V$

a) Tìm cường độ dòng điện qua các điện trở

b) U_{AB}.

2. Cho mạch điện như hình vẽ



Biết: $R_1 = R_3 = 2\Omega$

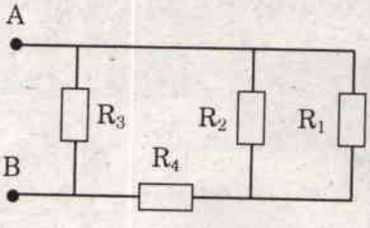
$R_2 = R_4 = 4\Omega$

$U_{AB} = 16V$

a) Tìm R_{AB}

b) Cường độ dòng điện qua các điện trở.

3. Cho mạch điện như hình

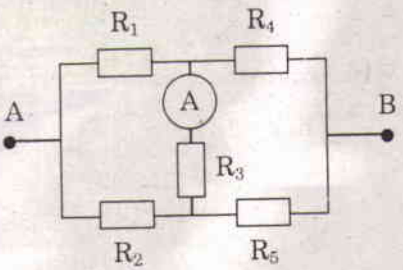


$R_1 = 15\Omega$, $R_2 = 10\Omega$

$R_3 = 18\Omega$, $R_4 = 6\Omega$

$U_{AB} = 27V$. Tìm cường độ dòng điện qua các điện trở

4. Cho mạch điện như hình vẽ. Biết:



$R_1 = 2\Omega$

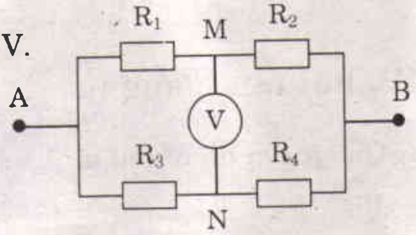
$R_2 = R_4 = 6\Omega$, $R_3 = 8\Omega$

$U_{AB} = 6V$

a) Khi $R_5 = 18\Omega$. Tìm cường độ dòng điện qua các điện trở

b) Khi $R_5 = 12\Omega$. Tìm cường độ dòng điện qua các điện trở.

5. Cho mạch điện như hình vẽ. Biết



$R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 10\Omega$, $R_3 = 6\Omega$, $U_{AB} = 24V$.

a) Cho $R_4 = 15V$. Chứng tỏ

$$U_{MN} = \left(\frac{R_3}{R_3 + R_4} - \frac{R_1}{R_1 + R_2}\right)U.$$

Và tìm số chỉ của V.

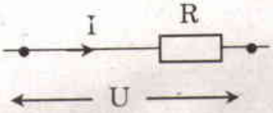
b) Cho R_4 thay đổi để V chỉ số không chứng tỏ: $\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$. Tìm R_4

c) Điều chỉnh R_4 để V chỉ 2V và biết cực dương của vôn kế mắc vào M. Tìm R_4.

Bài 7. ĐIỆN NĂNG VÀ CÔNG SUẤT ĐIỆN. ĐỊNH LUẬT JUN-LENXƠ

I. Kiến thức cần nắm

1. Công và công suất của dòng điện



- Công: $\boxed{A = UIt}$

Trong đó: U(V): Hiệu điện thế ở hai đầu đoạn mạch

I(A): Cường độ dòng điện qua mạch

A(J): Công của dòng điện

- Công suất: $\boxed{P = UI}$

2. Định luật Jun-Lenxơ

$$\boxed{Q = RI^2t}$$

Trong đó: R(Ω): Điện trở của vật dẫn
I(A): Cường độ dòng điện chạy qua mạch
t(s): Thời gian dòng điện chạy qua mạch

3. Công và công suất của nguồn điện:

- $A = \varepsilon It$
- $P = \varepsilon I$

Trong đó: ε(v): suất điện động của nguồn điện
I(A): cường độ dòng điện qua mạch
A(J): Công của nguồn điện
P(W): Công suất của nguồn điện

- Hiệu suất của nguồn điện: $H = \dfrac{\varepsilon - rI}{\varepsilon}$

4. Công suất của các dụng cụ tiêu thụ điện

a) Công suất của dụng cụ tỏa nhiệt

- Điện năng tiêu thụ của dụng cụ tỏa nhiệt

$$A = UIt = RI^2t = \frac{U^2}{R}t$$

- Công suất của dụng cụ tỏa nhiệt:

$$P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}$$

b) Điện năng và công suất tiêu thụ của máy thu

- Điện năng

$$A = \varepsilon' It + r' I^2 t$$

- Công suất

$$P = \varepsilon' I + r' I^2$$

- Hiệu suất của máy thu điện

$$H = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon' + r'I}$$

5. Công suất định mức

$$\boxed{P_\text{đ} = U_\text{đ}.I_\text{đ}}$$

II. Câu hỏi trắc nghiệm và bài tập cơ bản + nâng cao

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. Công suất của dòng điện được tính bởi công thức:

a) $P = UIt$ b) $P = RI^2t$ c) $P = \frac{U^2}{R}t$ d) $P = UI$

2. Công suất của nguồn điện được tính bởi công thức

a) $P = UI$ b) $P = \varepsilon It$ c) $P = \varepsilon I$ d) $P = (\varepsilon - rI)I$

3. Công suất của dụng cụ tỏa nhiệt được tính bởi công thức:

a) $P = \varepsilon I$ b) $P = IU$ c) $P = \varepsilon' I + r' I^2$ d) $P = \frac{U}{R}.t$

4. Chọn câu sai khi nói về hiệu suất của nguồn điện:

a) $H = \frac{P_{\text{ích}}}{P_{\text{toàn phần}}}$ b) $H = \frac{\varepsilon - rI}{\varepsilon}$ c) $H = 1 - \frac{r}{\varepsilon}I$ d) $H = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - rI}$

5. Công suất của máy thu điện được tính bởi công thức:

a) $P = \varepsilon I$ b) $P = RI^2$

c) $P = \varepsilon' It + r' I^2 t$ d) $P = \varepsilon' I + r' I^2$

6. Chọn câu sai khi nói về hiệu suất của máy thu điện:

a) $H = \frac{P_{\text{ích}}}{P_{\text{toàn phần}}}$ b) $H = \frac{\varepsilon' + r'I^2}{\varepsilon'}$ c) $H = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon' + r'I}$ d) $H = 1 - \frac{r'}{U}I$

7. Hai bóng đèn loại (110V – 25W) và loại (110V – 100W), cường độ định mức và điện trở của chúng là:

a) $I_{đ1} = I_{đ2}$; $R_1 = R_2$ b) $I_{đ1} < I_{đ2}$; $R_1 < R_2$

c) $I_{đ1} > I_{đ2}$; $R_1 > R_2$ d) $I_{đ2} > I_{đ1}$; $R_1 > R_2$

8. Một dây dẫn có chiều dài l, nếu giảm chiều dài đi một nửa còn giữ nguyên tiết diện ngang, với cùng dòng điện có cường độ I thì nhiệt lượng tỏa ra trên hai dây dẫn cùng một thời gian sẽ:

a) $Q = Q'$ b) $Q' = 2Q$ c) $Q' = \frac{Q}{2}$ d) $Q' = \frac{Q}{4}$

(Q' ứng với dây có chiều dài $\frac{l}{2}$, Q ứng với dây có chiều dài l)

9. Một bếp điện gồm hai điện trở R_1 và R_2 có thể mắc nối tiếp hoặc song song vào cùng hiệu điện thế U không đổi. Lúc đầu hai điện trở mắc nối tiếp sau đó chuyển qua mắc song song thì công suất sẽ:

a) Giảm đi 4 lần b) Giảm đi ít nhất 4 lần

c) Tăng lên 4 lần d) Tăng ít nhất 4 lần.

B. Bài tập

Công và công suất của dòng điện

Áp dụng các công thức:

- $P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}$
- Nhiệt lượng tỏa ra:

$$Q = RI^2t = \frac{U^2}{R}t = UIt$$

- Công suất định mức

$$P_đ = U_đ.I_đ$$

+ $P_đ$ chỉ công suất tối đa (giá trị định mức)

+ $U_đ$ chỉ hiệu điện thế tối đa (giá trị định mức)

+ $I_đ = \frac{P_đ}{U_đ}$

– Nếu $I = I_đ$: đèn sáng bình thường

– Nếu $I < I_đ$: đèn sáng yếu hơn bình thường

– Nếu $I > I_đ$: đèn sáng hơn bình thường

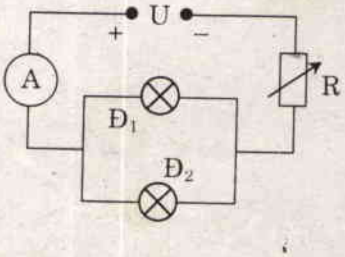
1. Hai bóng đèn loại (110V – 25W) và loại (110V – 100W)

a) So sánh cường độ định mức của chúng

b) Tính điện trở của mỗi bóng

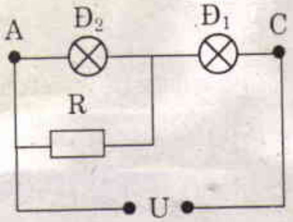
c) Ghép hai bóng đèn trên nối tiếp nhau. Hỏi công suất tối đa mà hai bóng đèn chịu được

2. Cho mạch điện Đ$_1$, Đ$_2$ là hai bóng đèn giống hệt nhau (6V – 3W), U = 9V không đổi, R là biến trở, $R_A = 0$



a) Điều chỉnh R để hai bóng đèn sáng bình thường. Tìm số chỉ của ampe kế và trị số R

b) Điều chỉnh biến trở có trị số R = 12Ω. Tìm số chỉ của ampe kế và công suất của mỗi đèn.

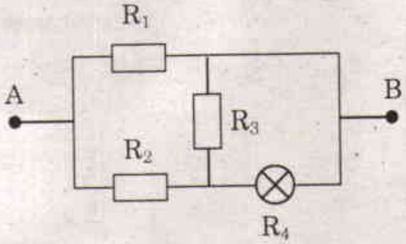


3. Có hai bóng đèn (120V - 60W) và (120V - 45W). Mắc hai bóng đèn trên vào hiệu điện thế U = 240V theo sơ đồ sau. Tìm R. Biết hai đèn đều sáng bình thường.

4. Người ta dùng các bóng đèn loại (6V - 12W) mắc nối tiếp vào mạng điện có hiệu điện thế 240W.

a) Tìm số bóng đèn cần dùng để chúng sáng bình thường.

b) Nếu có một bóng bị cháy người ta nối tắt đoạn mạch có bóng đó lại. Tìm cường độ dòng điện qua mỗi bóng và cho biết công suất tiêu thụ của mỗi bóng tăng hay giảm đi bao nhiêu phần trăm.



5. Cho sơ đồ mạch điện như hình. Biết $R_3 = 3\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_1 = 12\Omega$ bóng đèn R_4 (6V - 6W). Biết đèn sáng bình thường.

a) Tìm U_{AB}

b) Nhiệt lượng tỏa ra trên R_1 sau thời gian 15 phút.

III. Hướng dẫn giải bài tập và trả lời câu hỏi trắc nghiệm

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1.d **2.**c **3.**b **4.**d **5.**d 6.c **7.**d **8.**c **9.**d

B. Bài tập

$$\textbf{1.}\ \text{Cho} \begin{cases} Đ_1(110V - 25W) \\ Đ_2(110V - 100W) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} a)\ \text{So sánh } I_{d_1} \text{ và } I_{d_2} \\ b)\ R_1, R_2 \\ c)\ P? \end{cases}$$

Giải

a) So sánh I_{d_1} và I_{d_2}:

Ta có: • $I_{d_1} = \dfrac{P_{d_1}}{U_{d_1}} = \dfrac{25}{110} = 0,23$ (A)

• $I_{d_2} = \dfrac{P_{d_2}}{U_{d_2}} = \dfrac{100}{110} = 0,91$ (A)

Vậy $I_{d_2} > I_{d_1}$.

b) Tìm R_1 và R_2

- $R_1 = \dfrac{U_{đ_1}^2}{P_{đ_1}} = \dfrac{110^2}{25} = 484\Omega$

- $R_2 = \dfrac{U_{đ_2}^2}{P_{đ_2}} = \dfrac{110^2}{100} = 121\Omega$

c) Mắc nối tiếp hai bóng đèn với nhau. Tìm công suất tiêu thụ tối đa.

- Vì hai đèn mắc nối tiếp nên cường độ dòng điện qua hai bóng phải bằng nhau và không được vượt qua cường độ dòng điện định mức. Do đó I = 0,23A.
- Công suất tiêu thụ:

$$P = (R_1 + R_2)I^2 = (484 + 121).0,23^2 = 32W$$

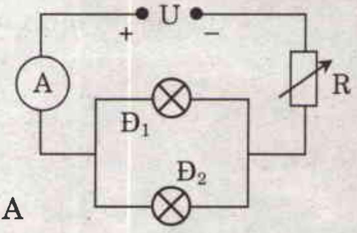
2. Cho $\begin{cases} Đ\ (6V - 3W) \\ U = 9V \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } I_A ?;\ R = ? \text{ Cho hai đèn sáng bình thường} \\ \text{b) } R = 12\Omega. I_A ?\ P_1, P_2 = ? \end{cases}$

Giải

a) I_A = ?, R = ?

– Cường độ dòng điện định mức:

$$I_đ = \frac{P_đ}{U_đ} = \frac{3}{6} = 0,5A.$$



– Do đèn sáng bình thường

$$I_{đ_1} = I_{đ_2} = I_đ = 0,5A$$

– Số chỉ của ampe kế: $I = I_{đ_1} + I_{đ_2} = 1A$

– Hiệu điện thế giữa hai đầu R:

$$U_R = U - U_{đ_1} = 9 - 6 = 3V$$

– Điện trở R: $R = \dfrac{U_R}{I} = \dfrac{3}{1} = 3\Omega$

Vậy R = 3Ω.

b) R = 12Ω. Tìm I_A, P_1, P_2

- Các điện trở được mắc như sau: (R_1 // R_2) nt R
  - Điện trở đèn: $R_1 = \dfrac{U_đ^2}{P_đ} = \dfrac{36}{3} = 12\Omega$
  - $R_{12} = \dfrac{R_1R_2}{R_1 + R_2} = \dfrac{12.12}{12+12} = 6\Omega$
  - $R_b = R_{12} + R = 6 + 12 = 18\Omega$

– Số chỉ ampe kế: $I_A = \dfrac{U}{R_b} = \dfrac{9}{18} = 0{,}5\ (A)$

– Công suất tiêu thụ của hai đèn

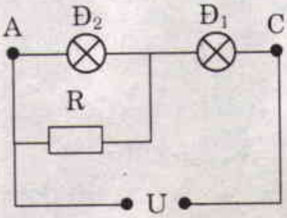
- $U_1 = U_2 = U_{12} = R_{12}.I = 6.0{,}5 = 3V$
- $I_1 = I_2 = \dfrac{U_1}{R_1} = \dfrac{3}{12} = 0{,}25A$
- $P_1 = P_2 = R_1 I_1^2 = 12.0{,}25^2 = 0{,}75W$

Vậy $P_1 = P_2 = 0{,}75W$

3. Cho $\begin{cases} Đ_1(120V - 60W) \\ Đ_2(120V - 45W) \\ U = 240V \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}}$ R, biết hai đèn sáng bình thường

Giải

– Điện trở của đèn 1 và đèn 2.



- $R_1 = \dfrac{U^2_{1dm}}{P_{1dm}} = \dfrac{120^2}{60} = 240\Omega$
- $R_2 = \dfrac{U^2_{2dm}}{P_{2dm}} = \dfrac{120^2}{45} = 320\Omega$
- Cường độ định mức của 2 đèn.

  + $I_{d_1} = \dfrac{P_{d_1}}{U_{d_1}} = \dfrac{60}{120} = 0{,}5A$

  + $I_{d_2} = \dfrac{P_{d_2}}{U_{d_2}} = \dfrac{45}{120} = 0{,}375A$

- Cường độ dòng điện qua R

  $I_R = I_{d_1} - I_{d_2} = 0{,}5 - 0{,}375 = 0{,}125\ (A)$

- Do đèn sáng bình thường nên: $U_R = U_{R_1} = 120V$

$\Rightarrow R = \dfrac{U_R}{I_R} = \dfrac{120}{0{,}125} = 960\Omega$. Vậy $R = 960\Omega$

4. Cho $\begin{cases} Đ(6V - 12W) \\ U = 240V \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) Số bóng để đèn sáng bình thường} \\ \text{b) Một bóng đứt, tìm } I_{đèn}?\ P_{đèn}? \end{cases}$

Giải

a) Số bóng để đèn sáng bình thường

– Vì các đèn sáng bình thường nên tổng các hiệu điện thế định mức trên mỗi bóng phải bằng với hiệu điện thế đặt vào:

– Gọi n là số bóng đèn mắc nối tiếp:

$\Rightarrow 6n = 240 \rightarrow n = 40$ bóng

b) Có một bóng bị đứt tìm $I_{đèn}$, $P_{đèn}$:

- Điện trở của mỗi bóng:

$$R_d = \frac{U_{dm}^2}{P_{dm}} = \frac{36}{12} = 3\Omega$$

- Điện trở tương đương của 39 bóng đèn mắc nối tiếp

$$R_b = 39.R_d = 39.3 = 117\Omega$$

- Cường độ dòng điện qua mỗi bóng:

$$I = \frac{U}{R_b} = \frac{240}{117} = 2,05\ (A)$$

- Công suất tiêu thụ của mỗi bóng:

$$P_{đèn} = I^2R_d = 2,05^2.3 = 12,6W$$

→ Công suất của mỗi bóng đều tăng lên 0,6W

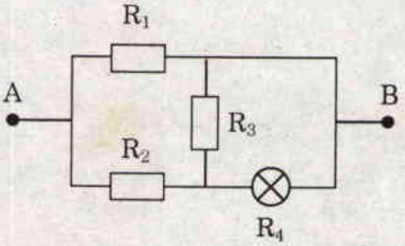
→ Công suất của mỗi bóng tăng lên, nếu tính theo phần trăm:

$\frac{0,6}{12} = 0,05$ hay tăng lên 5%.

5. Cho $\begin{cases} R_1 = 12\Omega \\ R_2 = 4\Omega \\ R_3 = 3\Omega \\ R_4(6V - 6W) \\ \text{Đèn sáng bình thường} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} a)\ U_{AB} \\ b)\ Q_1 = ?\ \text{Sau } t = 15 \text{ phút} \end{cases}$

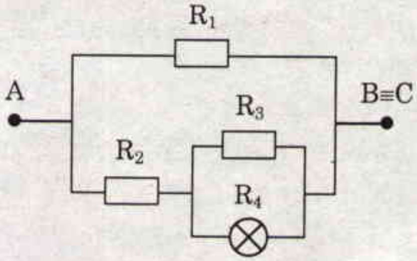
Giải

a) U_{AB}



– Do BC là dây dẫn nên B ≡ C.

– Mạch vẽ lại:



- Do đèn sáng bình thường nên:

$U_4 = U_{đm} = 6V$

$I_4 = I_{đm} = 1A$

- $R_đ = \dfrac{U^2_{đm}}{P_{đm}} = 6\Omega$

- $R_{34} = \dfrac{R_3R_4}{R_3 + R_4} = \dfrac{3.6}{3+6} = 2\Omega$

- $I_{34} = \dfrac{U_{34}}{R_{34}} = \dfrac{U_4}{R_{34}} = \dfrac{6}{2} = 3$ (A)

- $I_{34} = I_2 = I_{234} = 3$ (A)

Mà $R_{234} = R_2 + R_{34} = 4 + 2 = 6\Omega$

$\Rightarrow U_{234} = R_{234}.\ I_{234} = 6.3 = 18$ (V)

Vậy $U_1 = U_{234} = U_{AB} = 18V$.

b) Nhiệt lượng tỏa ra trên R_1 sau 15 phút

$Q_1 = R_1 I_1^2 t$

- $I_1 = \dfrac{U_1}{R_1} = \dfrac{18}{12} = 1,5A$

- $Q_1 = 12.1,5^2.15.60 = 24300J$

Vậy $Q_1 = 24,3KJ$.

IV. Bài tập tương tự

1. Cho hai đèn (120V – 40W) và (120V – 60W) mắc nối tiếp vào nguồn U = 240V.

a) Tính điện trở của mỗi bóng đèn và cường độ dòng điện qua hai đèn.

b) Tính hiệu điện thế và công suất tiêu thụ của mỗi bóng đèn. Nhận xét độ sáng của hai đèn.

2. Hai đèn $Đ_1$ (12V – 7,2W); $Đ_2$ (16V – 6,4W) được mắc nối tiếp với nhau rồi mắc vào nguồn điện 40V. Muốn hai đèn sáng bình thường phải mắc thêm ít nhất bao nhiêu điện trở và phải mắc như thế nào?

3. Một bếp điện ghi (220V – 500W) được mắc vào nguồn điện 220V để đun 10*l* nước từ 20^0C lên 100^0C.

a) Tính cường độ dòng điện qua bếp điện

b) Cho biết hiệu suất của bếp là 80%. Tìm thời gian đun nước.

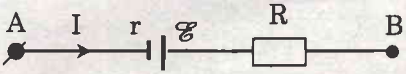
4. Cho mạch điện như hình vẽ. Biết $Đ_1$(3V – 6W), $Đ_2$(6V – 3W); $R_3 = 2,4\Omega$, U = 15V. Tính R_1, R_2. Biết cả hai đèn đều sáng bình thường.

Bài 8. ĐỊNH LUẬT OHM CHO CÁC LOẠI ĐOẠN MẠCH. GHÉP NGUỒN ĐIỆN

I. Kiến thức cần nắm

1. Định luật Ohm cho đoạn mạch

∗ Chứa nguồn điện:



$$\boxed{I = \frac{U_{AB}+\varepsilon}{R+r}}$$

(1) • U_{AB} (V): Hiệu điện thế giữa hai điểm AB, xét theo chiều dòng điện.

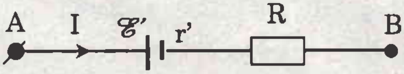
Hay

$$\boxed{U_{AB} = -\varepsilon + (R + r).I}$$

(2) • ε (V): Suất điện động của nguồn điện.

- R (Ω): Điện trở
- r (Ω): Điện trở nguồn điện

∗ Chứa máy thu



$$\boxed{I = \frac{U_{AB}-\varepsilon'}{R+r'}}$$ (1')

Hay

$$\boxed{U_{AB} = \varepsilon' + (r + R).I}$$ (2')

Trong đó:

U_{AB}(V) : Hiệu điện thế giữa hai điểm A, B; xét theo chiều dòng điện

ε' (V): Suất phản điện của máy thu

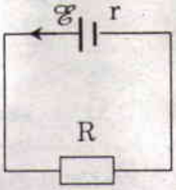
r' (Ω): Điện trở trong của máy thu

R(Ω) : Điện trở

Chú ý: Khi viết định luật Ohm cho đoạn mạch nên lưu ý:

- Nếu viết định luật Ohm cho đoạn mạch theo I (Viết theo (1) và (1') thì
  - Dòng điện gặp cực – thì viết $+\varepsilon$
  - Dòng điện gặp cực (+) thì viết $-\varepsilon$
- Nếu viết theo (2) và (2')
  - Dòng điện gặp cực (+) thì viết $+\varepsilon$
  - Dòng điện gặp cực – thì viết $-\varepsilon$
- Bước đầu để cho ít sai dấu về hiệu điện thế, nên viết hiệu điện thế giữa hai điểm theo chiều của dòng điện.

2. Định luật Ohm cho toàn mạch



$$\boxed{I = \frac{\varepsilon}{R + r}}$$

- Hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn điện (giữa cực dương và cực âm)

$$\boxed{U = \varepsilon - rI}$$

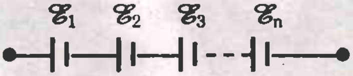
Hệ quả:

- Nếu $I = 0 \vee r = 0 \Rightarrow U_{AB} = \varepsilon$: Mạch hở
- Nếu điện trở mạch ngoài nhỏ (đoản mạch) thì

$$\boxed{I = \frac{\varepsilon}{r}}$$

3. Ghép nguồn điện:

a) Ghép nối tiếp:



- Suất điện động bộ nguồn: $\varepsilon_b = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + ... + \varepsilon_n$
- Điện trở bộ nguồn: $r_b = r_1 + r_2 + ... + r_n$

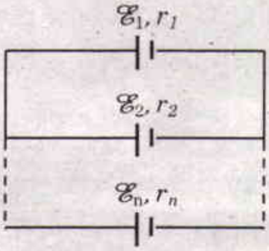
Nếu các nguồn giống nhau:

$$\boxed{\begin{array}{l} \varepsilon_b = n\varepsilon \\ r_b = nr \end{array}}$$

- Trường hợp hai nguồn mắc đối xứng

$\varepsilon_b = |\varepsilon_1 - \varepsilon_2|$

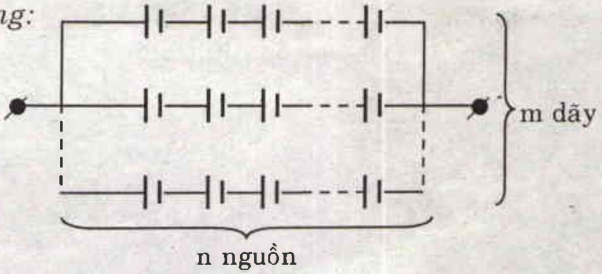
b) Ghép song song:



– Có n nguồn giống nhau mắc song song.

- Suất điện động: $\varepsilon_b = \varepsilon$
- Điện trở: $r_b = \frac{\varepsilon}{n}$

c) Ghép hỗn hợp đối xứng:



$$\boxed{\begin{aligned} \varepsilon_b &= n\varepsilon \\ r_b &= \frac{nr}{m} \end{aligned}}$$

n: Số nguồn trên một dãy

m: Số dãy

II. Câu hỏi trắc nghiệm và bài tập cơ bản

A. Câu hỏi trắc nghiệm

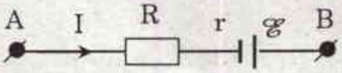
1. Cho đoạn mạch như hình vẽ. Biểu thức nào thể hiện đúng định luật Ohm cho đoạn mạch AB.

a. $U_{AB} = \varepsilon + (R + r)I$

b. $U_{AB} = \varepsilon - (R + r)I$

c. $U_{AB} = -\varepsilon - (R + r)I$

d. $U_{AB} = -\varepsilon + (R + r)I$



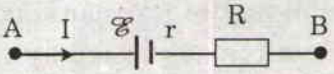
2. Cho đoạn mạch như hình vẽ. Biểu thức nào thể hiện đúng định luật Ohm cho đoạn mạch AB.

a. $U_{AB} = -\varepsilon + (R + r)I$

b. $U_{AB} = \varepsilon - (R + r)I$

c. $U_{AB} = \varepsilon - (R + r)I$

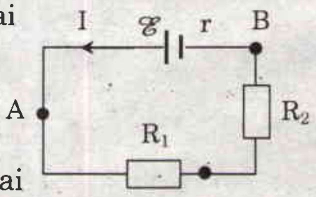
d. $U_{AB} = -\varepsilon + (R + r)I$.



3. Cho đoạn điện như hình vẽ. Chọn hệ thức sai

a. $I = \dfrac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + r}$ b. $U_{BA} = -\varepsilon + rI$

c. $U_{AB} = \varepsilon + rI$ d. $U_{BA} = \varepsilon - rI$.



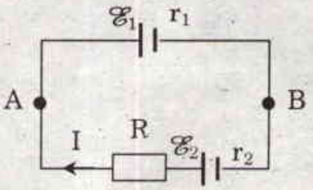
4. Cho mạch điện như hình vẽ. Chọn hệ thức sai

a. $I = \dfrac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{R + r_1 + r_2}$

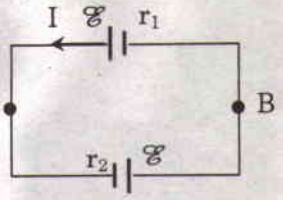
b. $I = \dfrac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R + r_1 + r_2}$

c. $U_{AB} = \varepsilon_1 + r_1 I$

d. $U_{BA} = -\varepsilon_2 + (R + r_2)I$.



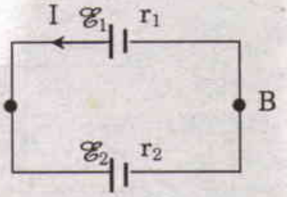
5. Cho mạch điện như hình. Hiệu điện thế giữa hai điểm A, B được xác định bởi:



a. $U_{AB} = \dfrac{\varepsilon(r_1 - r_2)}{r_1 + r_2}$ b. $U_{AB} = \dfrac{\varepsilon(r_2 - r_1)}{r_1 + r_2}$

c. $U_{AB} = \dfrac{\varepsilon(r_1 - r_2)}{r_1 + r_2}$ d. $U_{AB} = \dfrac{\varepsilon(r_1 - r_2)}{r_2 + r_1}$

6. Cho mạch điện như hình. Hiệu điện thế giữa hai điểm A, B được xác định bởi biểu thức:



a. $U_{AB} = \dfrac{\varepsilon_1 r_1 + \varepsilon_2 r_2}{r_1 + r_2}$ b. $U_{AB} = \dfrac{\varepsilon_1 r_1 - \varepsilon_2 r_2}{r_1 + r_2}$

c. $U_{AB} = \dfrac{\varepsilon_1 r_2 + \varepsilon_2 r_1)}{r_1 + r_2}$ d. $U_{AB} = \dfrac{\varepsilon_1 r_2 - \varepsilon_2 r_1)}{r_1 + r_2}$

7. Bộ nguồn có n pin giống nhau mắc song song suất hiện điện động và điện trở trong của bộ nguồn là:

a. $\varepsilon_b = n\varepsilon$; $r_b = \dfrac{r}{n}$ b. $\varepsilon_b = \varepsilon$; $r_b = \dfrac{n}{r}$

c. $\varepsilon_b = \varepsilon$; $r_b = \dfrac{r}{n}$ d. $\varepsilon_b = \varepsilon$; $r_b = nr$.

8. Bộ nguồn có N pin giống nhau mắc hỗn hợp đối xứng, thành m dãy, mỗi dãy có n nguồn. Suất điện động của bộ nguồn, điện trở bộ nguồn và tổng số nguồn là:

a. $\varepsilon_b = \dfrac{n\varepsilon}{m}$; $r_b = nr$; $N = n + m$ b. $\varepsilon_b = n\varepsilon$; $r_b = nr$; $N = n.m$

c. $\varepsilon_b = n\varepsilon$; $r_b = \dfrac{nr}{m}$; $N = n.m$ d. $\varepsilon_b = \dfrac{\varepsilon}{m}$; $r_b = \dfrac{nr}{m}$; $N = n.m$.

9. Bộ nguồn gồm 4 pin giống nhau mắc nối tiếp trong đó có 1 nguồn mắc ngược cực với 3 nguồn còn lại. Suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn là:

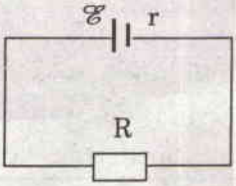
a. $\varepsilon_b = 4\varepsilon$; $r_b = 4r$ b. $\varepsilon_b = 2\varepsilon$; $r_b = 3r$

c. $\varepsilon_b = 2\varepsilon$; $r_b = 4r$ d. $\varepsilon_b = 2\varepsilon$; $r_b = 4r$.

B. Bài tập cơ bản + nâng cao

Dạng 1: Định luật Ohm cho toàn mạch

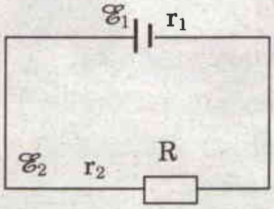
– Mạch có 1 nguồn hoặc nhiều nguồn mắc nối tiếp:



+ $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$

+ $I = \frac{\sum\varepsilon}{R + \sum r}$

– Mạch có hai nguồn mắc theo dạng xung đối



- So sánh ε_1 và ε_2, nếu:

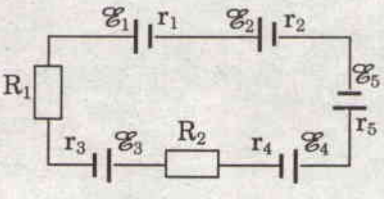
+ $\varepsilon_1 > \varepsilon_2 \Rightarrow \varepsilon_1$ là nguồn phát, ε_2 là máy thu.

Khi đó: $I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R + r_1 + r_2}$

+ $\varepsilon_1 < \varepsilon_2 \Rightarrow \varepsilon_2$ là nguồn phát, ε_1 là máy thu.

Khi đó: $I = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{R + r_1 + r_2}$

– Mạch có nhiều nguồn mắc không theo trật tự (chưa rõ nguồn nào là nguồn phát, chưa rõ nguồn nào là máy thu)



- Giả sử dòng điện chạy theo 1 chiều nào đó, nếu dòng điện gặp cực

+ âm thì viết $+\varepsilon$

+ dương thì viết $-\varepsilon$

- *Ví dụ:* Ở mạch bên, ta giả sử dòng điện ngược chiều kim đồng hồ khi đó:

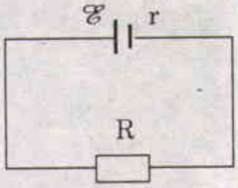
$$I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_4 - \varepsilon_5}{R_1 + R_2 + r_1 + r_2 + r_3 + r_4}$$

- Nếu tính ra:
  - + $I > 0$ thì chiều giả sử đúng
  - + $I < 0$ thì chiều dòng điện ngược lại chiều giả sử ⇒ Xác định được đâu là máy thu, đâu là máy phát (nguồn điện)

1. Cho mạch điện như hình vẽ. Biết $\varepsilon = 12V$, $R = 3\Omega$, $r = 1\Omega$. Tìm

a) Cường độ dòng điện qua mạch

b) Hiệu điện thế giữa hai cực nguồn điện


$\mathscr{E}$
r
R

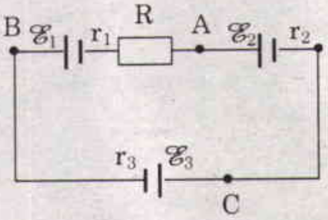
2. Cho mạch điện như hình vẽ. Biết

$\varepsilon_1 = 2V$, $\varepsilon_2 = 4V$, $\varepsilon_3 = 6V$.

$r_1 = r_2 = r_3 = 1\Omega$, $R = 3\Omega$

a) Tính cường độ dòng điện qua mạch.

b) Hiệu điện thế U_{AB}, U_{AC}


B
$\mathscr{E}_1$
r_1
R
A
$\mathscr{E}_2$
r_2
r_3
$\mathscr{E}_3$
C

3. Cho mạch điện như hình vẽ.

Biết $\varepsilon_1 = 2V$, $\varepsilon_2 = 14V$

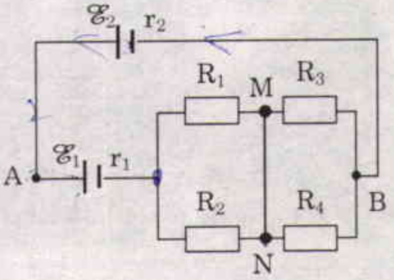
$r_1 = r_2 = 1\Omega$

$R_3 = R_4 = 4\Omega$

$R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 6\Omega$

a) Tìm cường độ dòng điện qua mạch và qua dây MN.

b) U_{AM} và U_{AB}


$\mathscr{E}_2$
r_2
R_1
M
R_3
A
$\mathscr{E}_1$
r_1
R_2
R_4
B
N

4. Cho mạch điện.

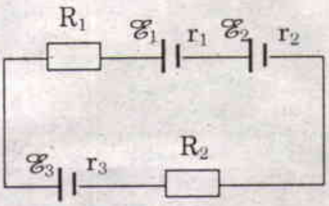
Biết $\varepsilon_1 = 6V$

$\varepsilon_2 = \varepsilon_3 = 3V$

$r_1 = r_2 = 1\Omega$

$r_3 = 2\Omega$

$R_1 = R_2 = 1\Omega$


R_1
$\mathscr{E}_1$
r_1
$\mathscr{E}_2$
r_2
$\mathscr{E}_3$
r_3
R_2

a) Tìm cường độ dòng điện qua mạch

b) Cho biết máy nào thu, máy nào phát

c) Điện năng tiêu thụ của máy một trong một giờ.

5. Cho mạch điện.

Biết $\varepsilon = 4,8V$, $r = 1\Omega$

$R_1 = R_2 = R_3 = 3\Omega$

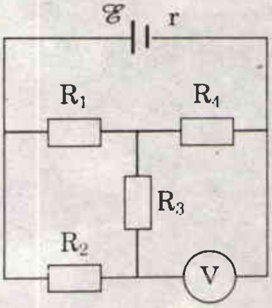
$R_4 = 1\Omega$. $R_v = \infty$

a) Tính

– Cường độ dòng điện qua các điện trở

– Công suất tiêu thụ toàn mạch

b) Số chỉ của vôn kế



Dạng 2: Tính công suất, hiệu suất của nguồn điện và máy thu

Áp dụng:

+ Nguồn điện:

- Điện năng: $A = \varepsilon It$
- Công suất có: $P = \varepsilon I$
- Công suất hao phí của nguồn: $P_{hp} = rI^2$
- Công suất có ích của nguồn: $P_{ích} = \varepsilon I - rI^2$.
- Hiệu suất:

$$H = \frac{P_{ích}}{P} = \frac{\varepsilon - rI}{\varepsilon}$$

+ Máy thu:

- Điện năng: $A = \varepsilon' It + r'I^2t$
- Công suất: $P = \varepsilon' I + r'I^2$
- Công suất có ích: $P_{ích} = \varepsilon' I$
- Công suất hao phí: $P_{hp} = r'I^2$
- Hiệu suất:

$$H = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon' + r'I}$$

6. Cho mạch điện như hình.

Biết: $\varepsilon_1 = 14V$

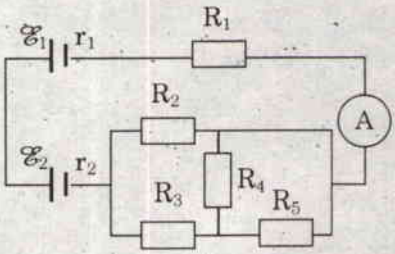
$\varepsilon_2 = 2V$, $r_1 = 1\Omega$

$R_1 = 2\Omega$; $r_2 = 1\Omega$

$R_2 = R_5 = 3\Omega$

$R_3 = 4\Omega$

$R_4 = 6\Omega$, $R_A = 0$

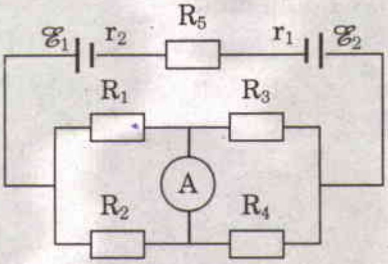


a) Cho biết máy nào là máy thu máy nào là máy phát

b) Số chỉ A

c) Công suất và hiệu suất của máy ε_1 và ε_2

7. Cho mạch điện như hình vẽ.



Biết: $\varepsilon_1 = 26V$

$\varepsilon_2 = 2V$, $r_1 = r_2 = 1\Omega$

$R_5 = 2\Omega$

$R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 6\Omega$

$R_3 = R_4 = 4\Omega$, $R_A = 0$

a) Tìm số chỉ Ampe kế

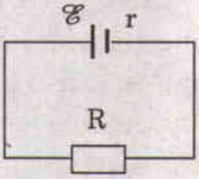
b) Công suất và hiệu suất của máy ε_1, ε_2

c) Điện năng tiêu thụ của mỗi máy trong 30 phút

Dạng 3: Công suất mạch ngoài cực đại:

* Mạch ngoài có một điện trở:

- Công suất mạch ngoài:



$$P = RI^2$$

Mà $I = \dfrac{\varepsilon}{R + r}$

$$\Rightarrow P = R\frac{\varepsilon^2}{(R+r)^2} = \frac{\varepsilon^2}{\left(\sqrt{R} + \dfrac{r}{\sqrt{R}}\right)^2}$$

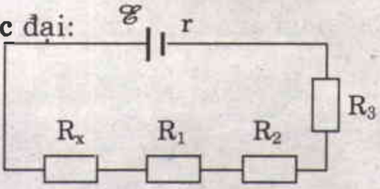
- Biện luận:

P_{max} khi $\left(\sqrt{R} + \dfrac{r}{\sqrt{R}}\right)_{min}$, theo bất đẳng thức côsi thì $\boxed{r = R}$

$$\Rightarrow \boxed{P_{max} = \frac{\varepsilon^2}{4r} = \frac{\varepsilon^2}{4R}}$$

* Mạch ngoài có nhiều điện trở:

- Tìm công suất tiêu thụ trên R_x cực đại:
- Đặt $R_b = R_1 + R_2 + R_3$
- $P_x = R_x.I^2$

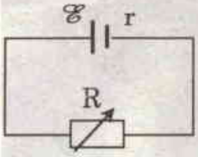


Mà $I = \dfrac{\varepsilon}{R_x + R_b + r}$

$$\Rightarrow P_x = R_x\frac{\varepsilon^2}{(R_x + R_b + r)^2} = \frac{\varepsilon^2}{\left[\sqrt{R_x} + \dfrac{(R_b + r)}{\sqrt{R_x}}\right]^2}$$

- P_{xmax} khi $\left(\sqrt{R_x}+\frac{(R_b+r)}{\sqrt{R_x}}\right)_{\cancel{max}\ min}$, theo côsi thì: $\boxed{R_x = R_b + r}$
- $P_{xmax} = \frac{\varepsilon^2}{4R_x}$

8. Cho mạch điện. Biết ε = 12V, r = 1Ω, R là biến trở



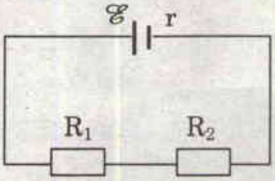
a) Điều chỉnh R để công suất mạch ngoài là 11W. Tính R và công suất của nguồn.

b) Tìm R để công suất tiêu thụ trên R là lớn nhất.

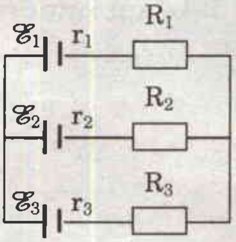
9. Cho mạch điện như hình ε = 12V, r = 2Ω, R_1 = 1Ω, Định R_2 để:

a) Công suất mạch ngoài cực đại

b) Công suất trên R_2 cực đại



Dạng 4: Định luật Ohm cho đoạn mạch:



- Giả sử dòng điện chạy theo 1 chiều nào đó.
- Viết biểu thức cường độ dòng điện qua từng nhánh.
- Áp dụng định luật nút mạch:

$$\sum I_{vào} = \sum I_{ra} \quad (*)$$

Chú ý: Nếu có n nút thì chỉ có n – 1 phương trình nút.

- Thế các biểu thức cường độ dòng điện vào (*)
- Giải ra, nếu:
  - + I > 0 thì chiều cường độ dòng điện ta giả sử đúng
  - + I < 0 thì chiều dòng điện ngược lại với lúc giả sử.

10. Cho mạch điện như hình. Biết

ε_1 = 6V; r_1 = 1Ω

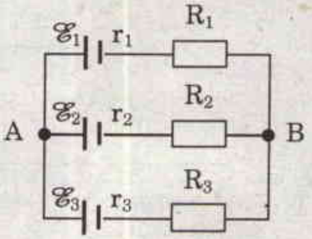
ε_2 = 12V; r_2 = 2Ω

ε_3 = 18V; r_3 = 3Ω

$R_1 = R_2 = R_3$ = 3Ω. Tính

a) U_{AB}

b) Cường độ dòng điện qua các điện trở.



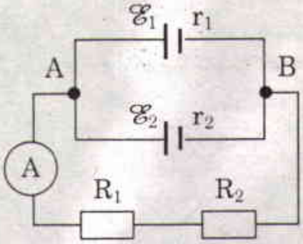
11. Cho mạch điện như hình. Biết

$\varepsilon_1 = 18V$; $r_1 = 4\Omega$

$\varepsilon_2 = 10,8V$; $r_2 = 2,4\Omega$

$R_1 = 1\Omega$; $R_2 = 3\Omega$

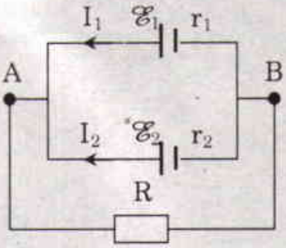
$R_A = 2\Omega$. Tìm



a) U_{AB}

b) Số chỉ ampe kế và cường độ dòng điện qua các nguồn.

12. Cho mạch điện như hình



a) Chứng tỏ hiệu điện thế giữa hai điểm A và B có dạng:

$$U_{AB} = \frac{\dfrac{\varepsilon_1}{r_1} + \dfrac{\varepsilon_2}{r_2}}{\dfrac{1}{R} + \dfrac{1}{r_1} + \dfrac{1}{r_2}}$$

b) Với giá trị nào của R thì ε_2 là nguồn phát, nguồn thu, không phát không thu

Dạng 5: Ghép nguồn

+ Ghép nối tiếp:

- $\varepsilon_b = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + ... + \varepsilon_n$
- $r_b = r_1 + r_2 + .. + r_n$

→ các nguồn giống nhau $\boxed{\begin{aligned} \varepsilon_b &= n\varepsilon \\ r_b &= nr \end{aligned}}$

+ Ghép song song:

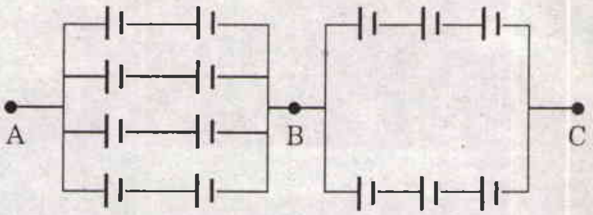
$$\boxed{\begin{aligned} \varepsilon_b &= \varepsilon \\ r_b &= \frac{r}{n} \end{aligned}}$$

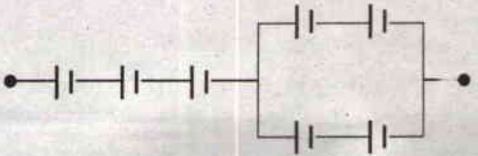
+ Ghép hỗn hợp đối xứng:

$$\boxed{\varepsilon_b = n\varepsilon;\ r_b = \frac{nr}{m}}$$

Tổng số nguồn: $\boxed{N = n.m}$

13. Tìm suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn. Biết mỗi pin có $\varepsilon = 2V$, $r = 1\Omega$





14. a) Tìm suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn. Biết mỗi pin có $\varepsilon = 1{,}5V$, $r = 1\Omega$.

b) Mắc bộ nguồn trên vào bóng đèn (3V – 3W). Tìm cường độ dòng điện qua đèn.

15. Có 12 chiếc pin mỗi chiếc có suất điện động $\varepsilon = 1{,}5V$, điện trở trong $r = 0{,}3\Omega$. Mạch ngoài có điện trở $R = 0{,}4\Omega$. Hỏi phải ghép hỗn hợp đối xứng các pin như thế nào để công suất mạch ngoài là lớn nhất. Tính công suất đó.

16. Có 80 pin, mỗi pin có suất điện động $\varepsilon = 1{,}5V$ điện trở trong $r = 1\Omega$. Mạch ngoài có điện trở R. Xác định cách mắc bộ nguồn để cường độ dòng điện qua R là lớn nhất và tính cường độ dòng điện trong hai trường hợp.

a) $R = 5\Omega$ b) $R = 6\Omega$

III. Hướng dẫn giải bài tập và trả lời câu hỏi trắc nghiệm

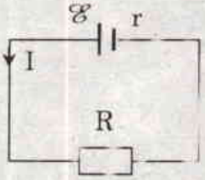
A. Câu hỏi trắc nghiệm

1.d **2.**c **3.**d **4.**b **5.**b **6.**c **7.**c **8.**c **9.**d

B. Bài tập

1. Cho $\begin{cases} \varepsilon = 12V \\ R = 3\Omega \\ r = 1\Omega \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) Cường độ dòng điện qua mạch} \\ \text{b) Hiệu điện thế giữa 2 cực nguồn điện} \end{cases}$

Giải



a) Cường độ dòng điện qua mạch

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{12}{3 + 1} = 3\ (A)$$

Vậy I = 3A

b) Hiệu điện thế giữa 2 cực nguồn điện:

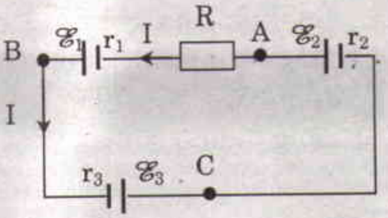
$$U = \varepsilon - rI = 12 - 1.3 = 9V$$

Vậy U = 9V

2. Cho $\begin{cases} \varepsilon_1 = 2V \\ \varepsilon_2 = 4V \\ \varepsilon_3 = 6V \\ r_1 = r_2 = r_3 = 1\Omega \\ R = 3\Omega \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} a)\ I = ? \\ b)\ U_{AB},\ U_{AC} \end{cases}$

Giải

a) Cường độ dòng điện qua mạch



B
$\mathscr{E}_1$
r_1
I
R
A
$\mathscr{E}_2$
r_2
I
r_3
$\mathscr{E}_3$
C

$$I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3}{R + r_1 + r_2 + r_3}$$

$$= \frac{2 + 4 + 6}{3 + 1 + 1 + 1} = \frac{12}{6} = 2A$$

b) U_{AB}, U_{AC}

+ $U_{AB} = -\varepsilon_1 + (R + r_1)I = -2 + (3 + 1).2 = -2 + 8 = 6V$

Vậy $U_{AB} = 6V$

+ $U_{AC} = ?$

Ta có: $U_{CA} = -\varepsilon_2 + r_2I = -4 + 2.1 = -2V$

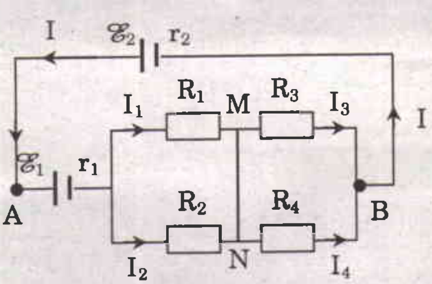
$\Rightarrow U_{AC} = -U_{CA} = 2V$

Vậy $U_{AC} = 2V$

3. Cho $\begin{cases} \varepsilon_1 = 2V;\ \varepsilon_2 = 14V \\ r_1 = r_2 = 1\Omega \\ R_3 = R_4 = 4\Omega \\ R_1 = 3\Omega,\ R_2 = 6\Omega \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} a)\ I = ?\ I_{MN} = ? \\ b) U_{AM} = U_{AB} \end{cases}$

Giải

a)



I
$\mathscr{E}_2$
r_2
I_1
R_1
M
R_3
I_3
I
$\mathscr{E}_1$
r_1
A
R_2
R_4
B
I_2
N
I_4

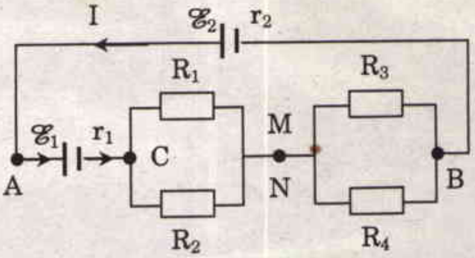
– Do MN là dây dẫn nên ta chập điểm M với N lại.

– Mạch điện vẽ lại:

– Do $\varepsilon_2 > \varepsilon_1$ nên ε_2 là nguồn phát, ε_1 là máy thu

– Cường độ dòng điện qua mạch.

$$I = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{R_b + r_1 + r_2}$$



- Tìm R_b
- Các điện trở mạch ngoài được mắc như sau:

$(R_1 // R_2)$ nt $(R_3 // R_4)$

- $R_{12} = \frac{R_1R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3.6}{3+6} = 2\Omega$
- $R_{34} = \frac{R_3R_4}{R_3 + R_4} = \frac{4.4}{4+4} = 2\Omega$
- $R_b = R_{12} + R_{34} = 4\Omega$

$$\Rightarrow I = \frac{14-2}{4+1+1} = 2A$$

Vậy cường độ dòng điện qua mạch bằng 2A

+ $I_{MN} = ?$

- Tìm I_3 và I_1

+ $I_3 = \frac{U_3}{R_3}$

- $U_3 = U_4 = U_{34} = R_{34}.I_{34} = 2.2 = 4V$

$$\Rightarrow I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{4}{4} = 1A.$$

+ $I_1 = \frac{U_1}{R_1}$

- $U_1 = U_2 = U_{12} = R_{12}.I_{12} = 2.2 = 4V$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{4}{3}A$$

- Quay về mạch gốc (mạch chưa vẽ lại)

+ Giả sử dòng điện qua MN có chiều từ M → N

+ Tại M: $I_1 = I_{MN} + I_3$

$$\Leftrightarrow I_{MN} = I_1 - I_3 = \frac{4}{3} - 1 = \frac{1}{3}\ (A)$$

- Do $I_{MN} > 0 \Rightarrow$ chiều giả sử đúng.

Vậy dòng điện qua MN có $\begin{cases} + \text{ Chiều từ } M \to N \\ + \ I_{MN} = \frac{1}{3}A \end{cases}$

b) Tìm U_{AM}, U_{AB}

+ $U_{AM} = U_{AC} + U_{CM}$

- $U_{AC} = \varepsilon_1 + r_1I = 2 + 1.2 = 4V$
- $U_{CM} = R_1I_1 = 3.\dfrac{4}{3} = 4V \Rightarrow U_{AM} = 8V$
- $U_{AB} = ?$

$U_{AB} = U_{AM} + U_{MB} = U_{AM} + U_3 = 8 + 4 = 12V$

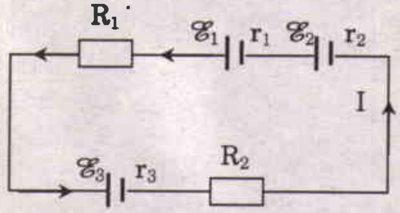
Vậy $U_{AB} = 12V$.

$$4.\ \text{Cho} \begin{cases} \varepsilon_1 = 6V \\ \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = 3V \\ r_1 = r_2 = 1\Omega \\ r_3 = 2\Omega \\ R_1 = R_2 = 1\Omega \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } I = ? \\ \text{b) Máy thu, máy phát?} \\ \text{c) Điện năng tiêu thụ ở} \\ \quad \text{máy 1 trong 1 giờ} \end{cases}$$

Giải

a) $I = ?$

+ Giả sử dòng điện có chiều như hình vẽ:



$$I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - \varepsilon_3}{R_1 + R_2 + r_1 + r_2 + r_3} = \frac{6 + 3 - 3}{2 + 1 + 1 + 2} = \frac{6}{6} = 1A.$$

Do $I > 0 \Rightarrow$ chiều dòng điện ta giả sử đúng.

b) Máy nào thu, máy nào phát?

- ε_1, ε_2 là máy phát (nguồn điện) vì dòng điện xuất phát từ cực dương và ra ngoài mạch.

  ε_3 là máy thu vì dòng điện vào cực dương.

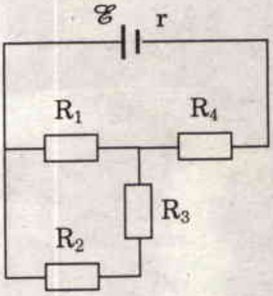
c) Điện năng tiêu thụ ở máy 1

$$A_1 = \varepsilon_1 It = 6.1.3600 = 21600J.$$

Vậy $A_1 = 21{,}6$ KJ

5. Cho $\begin{cases} \varepsilon = 4,8V;\ r = 1\Omega \\ R_1 = R_2 = R_3 = 3\Omega \\ R_4 = 1\Omega,\ R_v = \infty \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) Cường độ dòng điện qua} \\ \text{các điện trở, P tiêu thụ} \\ \text{b) Số chỉ (V)} \end{cases}$

Giải



a) Cường độ dòng điện qua các điện trở

– Do $R_v = \infty$ nên dòng điện không qua vôn kế nên mạch được vẽ lại

– Các điện trở được mắc như sau:

$[R_1 // (R_2 \text{ nt } R_3)] \text{ nt } R_4$

- Cường độ dòng đện qua mạch chính:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_b + r}$$

- $R_b = ?$

$+ R_{23} = R_2 + R_3 = 6\Omega$

$$+ R_{123} = \frac{R_1.R_{23}}{R_1 + R_{23}} = \frac{3.6}{3+6} = 2\Omega$$

$+ R_b = R_{123} + R_4 = 2 + 1 = 3\Omega$

$$\Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_b + r} = \frac{4,8}{3+1} = \frac{4,8}{4} = 1,2A$$

- $U_{23} = U_1 = U_{123} = R_{123}.I = 2.1,2 = 2,4$ (V)
- $I_1 = \dfrac{U_1}{R_1} = \dfrac{2,4}{3} = 0,8A$
- $I_2 = I_3 = I_{23} = \dfrac{U_{23}}{R_{23}} = \dfrac{2,4}{6} = 0,4A$
- $I_4 = I = 1,2A$
- Công suất tiêu thụ:

$P = R_b.I^2 = 3.1,2^2 = 4,32W$

Vậy $P = 4,32W$.

b) Số chỉ V

+ Số chỉ V tức là hiệu điện thế giữa hai đầu điện trở R_3 và R_4:

$U_{34} = U_3 + U_4$

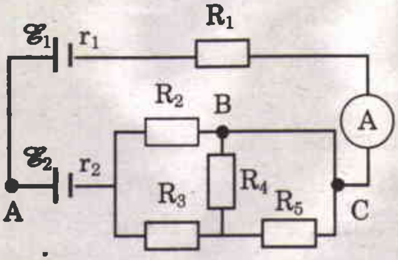
- $U_3 = I_3.R_3 = 0,4.3 = 1,2V$
- $U_4 = I_4.R_4 = 1,2.1 = 1,2V$

$\Rightarrow U_{34} = 2,4V$. Vậy số chỉ V bằng 2,4V.

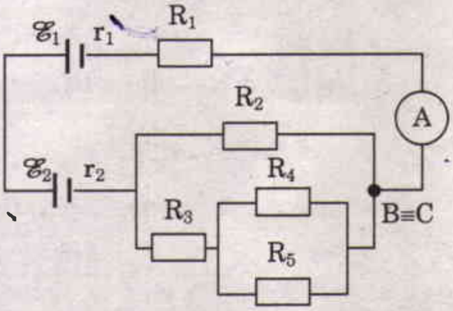
6. Cho $\begin{cases} \mathscr{E}_1 = 14V;\ r_1 = 1\Omega \\ \mathscr{E}_2 = 2V;\ r_2 = 1\Omega \\ R_2 = R_5 = 3\Omega \\ R_4 = 6\Omega, R_A = 0 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) máy thu, máy phát?} \\ \text{b) Số chỉ (A)} \\ \text{c) } P_1, H_1, P_2, H_2\text{...?} \end{cases}$

Giải

a)


$\mathscr{E}_1$
r_1
R_1
R_2
B
A
$\mathscr{E}_2$
r_2
R_4
R_3
R_5
A
C

– Do BC là dây dẫn nên B ≡ C → mạch được vẽ lại:


$\mathscr{E}_1$
r_1
R_1
R_2
A
$\mathscr{E}_2$
r_2
R_4
R_3
B≡C
R_5

– Do $\mathscr{E}_1 > \mathscr{E}_2 \Rightarrow \mathscr{E}_1$ là nguồn,

$\mathscr{E}_2$ là máy thu.

b) Số chỉ (A)

$$I = \frac{\mathscr{E}_1 - \mathscr{E}_2}{R_b + r_1 + r_2}$$

+ Tìm R_b

- Các điện trở được mắc như sau

$\{[(R_4 // R_5) \text{ nt } R_3] // R_2\} \text{ nt } R_1$

- $R_{45} = \dfrac{R_4.R_5}{R_4 + R_{45}} = \dfrac{3.6}{3+6} = 2\Omega$
- $R_{345} = R_3 + R_{45} = 4 + 2 = 6\Omega$
- $R_{2345} = \dfrac{R_2.R_{345}}{R_2 + R_{345}} = \dfrac{3.6}{3+6} = 2\Omega$
- $R_b = R_1 + R_{2345} = 2 + 2 = 4\Omega$

$$\Rightarrow I = \frac{\mathscr{E}_1 - \mathscr{E}_2}{R_b + r_1 + r_2} = \frac{12}{4+2} = 2A$$

Vậy ampe kế chỉ 2A

c) P_1, H_1, P_2, H_2

- $P_1 = \mathscr{E}_1 I = 14.2 = 28W$
- $H_1 = \dfrac{\mathscr{E}_1 - r_1 I}{\mathscr{E}_1} = \dfrac{14-2}{14} = 0{,}857$

Hay $H_1 = 85{,}7\%$

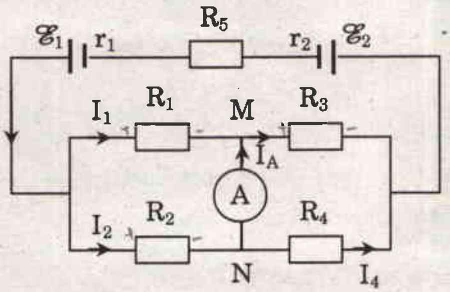
- $P_2 = \mathscr{E}_2 I + r_2 I^2 = 2.2 + 1.4 = 8W$
- $H_2 = \dfrac{\mathscr{E}_2}{\mathscr{E}_2 + r_2 I} = \dfrac{2}{2+2} = \dfrac{1}{2} = 0{,}5$

Hay $H_2 = 50\%$

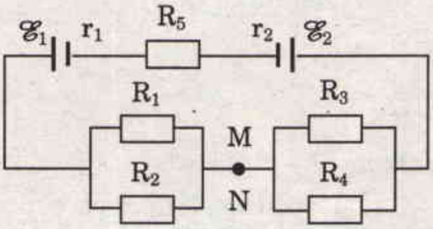
7. Cho $\begin{cases} \mathscr{E}_1 = 26V \\ \mathscr{E}_2 = 2V \\ r_1 = r_2 = 1\Omega \\ R_5 = 2\Omega \\ R_1 = 3\Omega, R_2 = 6\Omega \\ R_3 = R_4 = 4\Omega, R_A = 0 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) Ⓐ?} \\ \text{b) } H_1, P_1, H_2, P_2 \\ \text{c) } A_1, A_2, \text{ Với } t = 30 \text{ phut} \end{cases}$

Giải

a) Ⓐ?


$\mathscr{E}_1$
r_1
R_5
r_2
$\mathscr{E}_2$
I
I_1
R_1
M
R_3
I_A
A
I_2
R_2
R_4
N
I_4

Do $R_A = 0 \Rightarrow$ Chập M với N, mạch vẽ lại


$\mathscr{E}_1$
r_1
R_5
r_2
$\mathscr{E}_2$
R_1
R_3
M
R_2
R_4
N

Các điện trở được mắc như sau:

$[(R_1 // R_2)$ nt $(R_3 // R_4)]$ nt R_5

- $R_{12} = \dfrac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \dfrac{3.6}{3+6} = 2\Omega$

- $R_{34} = \dfrac{R_3R_4}{R_3 + R_4} = \dfrac{4.4}{4+4} = 2\Omega$
- $R_{1234} = R_{12} + R_{34} = 2 + 2 = 4\Omega$

  $R_b = R_{1234} + R_5 = 4 + 2 = 6\Omega$

– Cường độ dòng điện qua mạch chính:

$$I = \frac{\mathscr{E}_1 - \mathscr{E}_2}{R_b + r_1 + r_2} = \frac{24}{6+1+1} = 3A$$

- Tìm I_1, I_3

  + $I_1 = \dfrac{U_1}{R_1}$

- $U_1 = U_2 = U_{12} = R_{12} \,.\, I = 3.2 = 6V$

  $\Rightarrow I_1 = \dfrac{U_1}{R_1} = \dfrac{6}{3} = 2A$

  + $I_3 = \dfrac{U_3}{R_3}$

- $U_3 = U_4 = U_{34} = I.R_{34} = 3.2 = 6V$

  $\Rightarrow I_3 = \dfrac{U_3}{R_3} = \dfrac{6}{4} = 1{,}5A$

– Quay về mạch gốc (mạch chưa vẽ lại)

- Giả sử dòng điện qua (A) có chiều từ N → M
- Tại M : $I_3 = I_1 + I_A$

  $\Leftrightarrow I_A = I_3 - I_1 = 2 - 1{,}5 = 0{,}5A$

- Do $I_A = 0{,}5A > 0$ nên chiều dòng điện qua Ampe kế cùng chiều giả sử. Vậy dòng điện qua ampe kế

$$\begin{cases} + \text{Theo chiều từ N} \rightarrow \text{M} \\ + I_A = 0{,}5A \end{cases}$$

Dạng 3: Công suất mạch ngoài cực đại

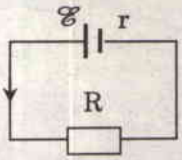
8. Cho $\begin{cases} \mathscr{E} = 12V \\ r = 1\Omega \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } P = 11W. \text{ Tìm R và công suất nguồn} \\ \text{b) } R = ? \text{ để } P_{max} \end{cases}$

Giải

a) P = 11W. Tìm R và công suất nguồn

Ta có công suất mạch ngoài:

$$P = RI^2 = R\frac{\mathscr{E}^2}{(R+r)^2}$$



$$\Leftrightarrow 11 = R.\frac{144}{(R+1)^2}$$

$$\Leftrightarrow 11(R^2 + 2R + 1) = 144R$$

$$\Leftrightarrow 11R^2 - 122R + 11 = 0$$

$$\left[\begin{array}{l} R = 11\Omega \\ R = 0,09\Omega \end{array}\right.$$

+ Công suất nguồn:

+ Với R = 11Ω

• $I = \dfrac{\mathscr{E}}{R+r} = \dfrac{12}{12} = 1A \Rightarrow P = \mathscr{E}.I = 12.1 = 12W$

+ Với R = 0,09Ω

$\Rightarrow I = \dfrac{12}{0,09+1} = 11A \quad \Rightarrow P = \mathscr{E}.I = 12\ .\ 11 = 132W$

b) R = ? để P_{max}:

Ta có: $P = RI^2 = R\dfrac{\mathscr{E}^2}{(R+r)^2} \Leftrightarrow P = \dfrac{\mathscr{E}^2}{\left(\sqrt{R} + \dfrac{r}{\sqrt{R}}\right)^2}$

$$\Leftrightarrow P_{max} \text{ khi } \left(\sqrt{R} + \frac{r}{\sqrt{R}}\right)_{min}$$

Mà $\sqrt{R}.\dfrac{r}{\sqrt{R}} = \text{const}$

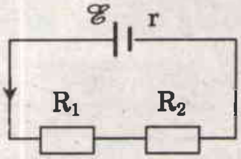
$$\Rightarrow \left(\sqrt{R} + \frac{r}{\sqrt{R}}\right)_{min} \text{ khi } \sqrt{R} = \frac{r}{\sqrt{R}} \Rightarrow R = r = 1\Omega$$

$$\Rightarrow P_{max} = \frac{\mathscr{E}^2}{4r} = \frac{144}{4.1} = 36W$$

Vậy $P_{max} = 36W$

9. Cho $\left\{\begin{array}{l} \mathscr{E} = 12V; r = 2\Omega \\ R_1 = 1\Omega \end{array}\right. \xrightarrow{\text{Tìm}} \left\{\begin{array}{l} \text{a) } R_2 = ?\ \text{để } P_{max} \\ \text{b) } R_2 = ?\ \text{để } P_{2max} \end{array}\right.$

Giải



a) R_2 = ? để P_{max}

Ta có: $P = (R_1 + R_2)I^2$

$$= (R_1 + R_2)\,\frac{\mathscr{E}^2}{(R_1 + R_2 + r)^2} = \frac{\mathscr{E}^2}{\left(\sqrt{R_1 + R_2} + \dfrac{r}{\sqrt{R_1 + R_2}}\right)^2}$$

$$P_{max} \text{ khi } \left(\sqrt{R_1 + R_2} + \frac{r}{\sqrt{R_1 + R_2}}\right)_{min}$$

$$\text{Mà } \left(\sqrt{R_1 + R_2} + \frac{r}{\sqrt{R_1 + R_2}}\right) \text{ khi } \sqrt{R_1 + R_2} = \frac{r}{\sqrt{R_1 + R_2}}$$

$\Rightarrow R_1 + R_2 = r \Leftrightarrow R_2 = r - R_1 = 2 - 1 = 1\Omega$

Vậy $R_2 = 1\Omega$

b) $R_2 = ?$ để P_{2max}

$$\text{Ta có: } P_2 = R_2.I^2 = R_2 \cdot \frac{\mathscr{E}^2}{(R_2 + R_1 + r)^2} = \frac{\mathscr{E}^2}{\left(\sqrt{R_2} + \dfrac{r + R_1}{\sqrt{R_2}}\right)^2}$$

$$P_{2max} \text{ khi } \left(\sqrt{R_2} + \frac{r + R_1}{\sqrt{R_2}}\right)_{min}$$

$$\Rightarrow \left(\sqrt{R_2} + \frac{r + R_1}{\sqrt{R_2}}\right)_{min} \text{ khi } \sqrt{R_2} = \frac{r + R_1}{\sqrt{R_2}}$$

$\Leftrightarrow R_2 = r + R_1 = 1 + 2 = 3\Omega$

Vậy $R_2 = 3\Omega$

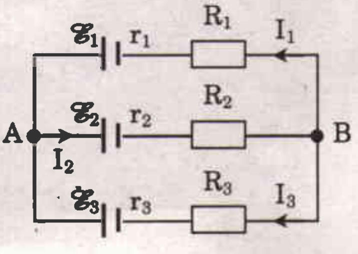
Dạng 4: Định luật Ohm cho đoạn mạch

$$\textbf{10.}\text{ Cho } \begin{cases} \mathscr{E}_1 = 6V,\ r_1 = 1\Omega \\ \mathscr{E}_2 = 12V,\ r_2 = 2\Omega \\ \mathscr{E}_3 = 18V,\ r_3 = 3\Omega \\ R_1 = R_2 = R_3 = 3\Omega \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} a)\ U_{AB} \\ b)\ I_1, I_2, I_3\,? \end{cases}$$

Giải

a) Tìm U_{AB}

+ Giả sử dòng điện qua các nhánh có chiều như hình vẽ:



- $I_1 = \dfrac{U_{BA} + \mathscr{E}_1}{R_1 + r_1} = \dfrac{U_{BA} + 6}{4}$ (1)
- $I_2 = \dfrac{U_{AB} - \mathscr{E}_2}{R_2 + r_2} = \dfrac{-U_{BA} - 12}{5}$ (2)

- $I_3 = \dfrac{U_{BA} + \mathscr{E}_3}{R_3 + r_3} = \dfrac{U_{BA} + 18}{6}$ (3)

- Tại A: $I_2 = I_1 + I_3$ (4)

Thay (1), (2), (3) vào (4)

$$-\frac{U_{BA} + 12}{5} = \frac{U_{BA} + 6}{4} + \frac{U_{BA} + 18}{6}$$

Nhân hai vế cho 60

$\Rightarrow -12U_{BA} - 144 = 15U_{AB} + 90 + 10U_{BA} + 180$

$\Leftrightarrow 37U_{BA} = -414V \Rightarrow U_{BA} = -11{,}2V \Rightarrow U_{AB} = 11{,}2V$

Vậy $U_{AB} = 11{,}2V$

b) I_1, I_2, I_3

$(1) \Rightarrow I_1 = \dfrac{-11{,}2 + 6}{4} = -1{,}3A$

$(2) \Rightarrow I_2 = \dfrac{-11{,}2 - 12}{5} = -0{,}16A$

$(3) \Rightarrow I_3 = \dfrac{-11{,}2 + 18}{6} = 1{,}13A$

Nhận xét. Do I_1, $I_2 < 0$ nên dòng điện có chiều ngược chiều giả sử.

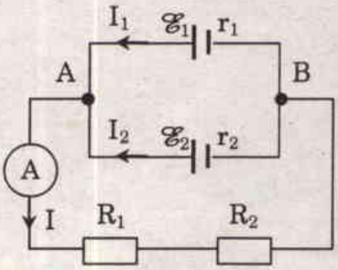
11. Cho

$$\begin{cases} \mathscr{E}_1 = 18V,\ r_1 = 4\Omega \\ \mathscr{E}_2 = 10{,}8V,\ r_2 = 2{,}4\Omega \\ R_1 = 1\Omega,\ R_2 = 3\Omega \\ R_A = 2\Omega \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } U_{AB} \\ \text{b) } I_A\text{ ? và dòng điện qua các nguồn} \end{cases}$$

Giải

a) U_{AB}

+ Giả sử dòng điện có nhiều như hình vẽ:



+ $I_1 = \dfrac{U_{BA} + \mathscr{E}_1}{r_1} = \dfrac{U_{BA} + 18}{4}$ (1)

+ $I_2 = \dfrac{U_{BA} + \mathscr{E}_2}{r_2} = \dfrac{U_{BA} + 10{,}8}{2{,}4}$ (2)

+ $I = \dfrac{U_{AB}}{R_A + R_1 + R_2} = \dfrac{U_{AB}}{6} = \dfrac{-U_{BA}}{6}$ (3)

- Tại A: $I = I_1 + I_2$ (4)
- Thế (1), (2), (3) vào (4)

$$\Rightarrow -\frac{U_{BA}}{6} = \frac{U_{BA}+18}{4} + \frac{U_{BA}+10{,}8}{2{,}4}$$

$$\Leftrightarrow -\frac{U_{BA}}{6} = \frac{U_{BA}+18}{4} + \frac{10(U_{BA}+10{,}8)}{24}$$

Nhân hai vế cho 24 ta được:

$$-4U_{BA} = 6U_{BA} + 108 + 10U_{BA} + 108$$

$$\Leftrightarrow -20U_{BA} = 216$$

$$\Rightarrow U_{BA} = -10{,}8V \rightarrow U_{AB} = 10{,}8V$$

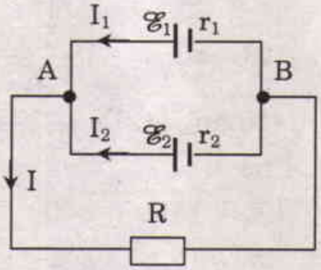
b) Cường độ dòng điện qua các nhánh

$$(1) \Rightarrow I_1 = \frac{-10{,}8+18}{4} = 1{,}8\ (A)$$

$$(2) \Rightarrow I_2 = \frac{-10{,}8+10{,}8}{2{,}4} = 0$$

$$(3) \Rightarrow I_3 = \frac{10{,}8}{6} = 1{,}8A$$

12. a) Chứng tỏ: $U_{AB} = \dfrac{\dfrac{\mathscr{E}_1}{r_1} + \dfrac{\mathscr{E}_2}{r_2}}{\dfrac{1}{R} + \dfrac{1}{r_1} + \dfrac{1}{r_2}}$



- $I_1 = \dfrac{U_{BA} + \mathscr{E}_1}{r_1} = -\dfrac{U_{AB}}{r_1} + \dfrac{\mathscr{E}_1}{r_1}$ (1)
- $I_2 = \dfrac{U_{BA} + \mathscr{E}_2}{r_2} = -\dfrac{U_{AB}}{r_2} + \dfrac{\mathscr{E}_2}{r_2}$ (2)
- $I = \dfrac{U_{AB}}{R}$ (3)
- Tại A: $I = I_1 + I_2$ (4)
- thay (1), (2), (3) vào (4)

$$\Rightarrow \frac{U_{AB}}{R} = \frac{-U_{AB}}{r_1} + \frac{\mathscr{E}_1}{r_1} - \frac{U_{AB}}{r_2} + \frac{U_{AB}}{r_2}$$

$$\Leftrightarrow U_{AB}\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right) = \frac{\mathscr{E}_1}{r_1} + \frac{\mathscr{E}_2}{r_2}$$

$$\Leftrightarrow U_{AB} = \frac{\dfrac{\mathscr{E}_1}{r_1} + \dfrac{\mathscr{E}_2}{r_2}}{\dfrac{1}{R} + \dfrac{1}{r_1} + \dfrac{1}{r_2}}$$

b) R = ? thì $\mathscr{E}_2$ là nguồn phát

Từ (2) $\Rightarrow U_{BA} = I_2r_2 - \mathscr{E}_2$

hay $U_{AB} = \mathscr{E}_2 - I_2r_2$

Để $\mathscr{E}_2$ là nguồn phát thì $U_{AB} < \mathscr{E}_2$

$$\text{Mà } U_{AB} = \frac{\frac{\mathscr{E}_1}{r_1} + \frac{\mathscr{E}_2}{r_2}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}} \Rightarrow \frac{\frac{\mathscr{E}_1}{r_1} + \frac{\mathscr{E}_2}{r_2}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}} < \mathscr{E}_2$$

$$\Leftrightarrow \frac{\mathscr{E}_1}{r_1} + \frac{\mathscr{E}_2}{r_2} < \frac{\mathscr{E}_2}{R} + \frac{\mathscr{E}_2}{r_1} + \frac{\mathscr{E}_2}{r_2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{\mathscr{E}_1}{r_1} - \frac{\mathscr{E}_2}{r_1} < \frac{\mathscr{E}_2}{R} \Rightarrow R < \frac{\mathscr{E}_2.\mathscr{E}_1}{\mathscr{E}_1 - \mathscr{E}_2}$$

*- R = ? thì $\mathscr{E}_2$ không thu, không phát

Để $\mathscr{E}_2$ không thu không phát thì $I_2 = 0$

$$\Rightarrow U_{AB} = \mathscr{E}_2 \Leftrightarrow \frac{\frac{\mathscr{E}_1}{r_1} + \frac{\mathscr{E}_2}{r_2}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}} = \mathscr{E}_2 \Leftrightarrow R = \frac{\mathscr{E}_2.\mathscr{E}_1}{\mathscr{E}_1 - \mathscr{E}_2}$$

* R = ? để $\mathscr{E}_2$ là nguồn thu

Để $\mathscr{E}_2$ là nguồn thu thì $U_{AB} > \mathscr{E}_2$

Giải tương tự: $R > \dfrac{\mathscr{E}_2.\mathscr{E}_1}{\mathscr{E}_1 - \mathscr{E}_2}$

Dạng 5. Ghép nguồn điện

13. Cho $\begin{cases} \mathscr{E} = 2V \\ r = 1\Omega \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \mathscr{E}_b = ? \\ r_b = ? \end{cases}$

Giải

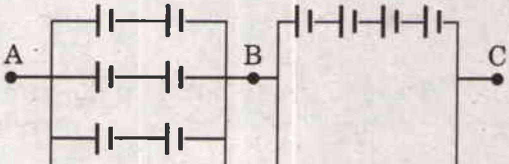
- Suất điện động:

  $+ \mathscr{E}_{AC} = \mathscr{E}_{AB} + \mathscr{E}_{BC}$

  $-\mathscr{E}_{AB} = 2\mathscr{E} = 2.2 = 4V$

  $-\mathscr{E}_{BC} = 4\mathscr{E} = 8V$

$\Rightarrow \mathscr{E}_{AC} = 8 + 4 = 12V$



- Điện trở trong

$+ r_{AC} = r_{AB} + r_{BC}$

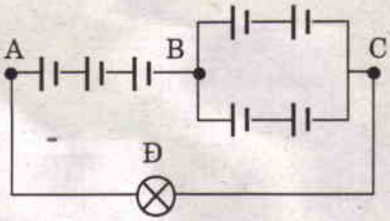
$$r_{AB} = \frac{nr}{m} = \frac{2.1}{4} = 0{,}5\Omega$$

$$r_{BC} = \frac{nr}{m} = \frac{4.1}{2} = 2\Omega$$

$\Rightarrow r_{AC} = 2{,}5\Omega$

14. Cho $\begin{cases}\mathscr{E} = 1,5\Omega \\ r = 1\Omega\end{cases} \rightarrow \begin{cases} a)\ \mathscr{E}_b = ? \\ b)\ I = ?\end{cases}$

a) Tìm suất điện động và điện trở trong bộ nguồn



• $\mathscr{E}_b = \mathscr{E}_{AB} + \mathscr{E}_{BC} = 3\mathscr{E} + 2\mathscr{E} = 5\mathscr{E} = 5.1,5 = 7,5V$

• $r_b = r_{AB} + r_{BC} = 3r + \frac{2r}{2} = 4r = 4.1 = 4\Omega$

b) Tìm cường độ dòng điện qua đèn

• $R_d = \frac{U^2_{dm}}{P_{dm}} = \frac{9}{3} = 3\Omega$

$$\Rightarrow I = \frac{\varepsilon_b}{R + r_b} = \frac{7,5}{3+4} = \frac{7,5}{7} = 1,1A$$

Vậy I = 1,1A

15. Cho $\begin{cases} N = 12 \\ \mathscr{E} = 1,5V \\ r = 0,3\Omega \\ R = 0,4\Omega \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}}$ Số pin mắc như thế nào để P_{max}

Giải

Ta có: $P = RI^2 \Rightarrow P_{max}$ khi I_{max}

mà $I = \frac{\mathscr{E}_b}{R + r_b}$

Vì các pin mắc hỗn hợp đối xứng nên

$\mathscr{E}_b = n\mathscr{E}$

$r_b = \frac{nr}{m}$

$$\left.\begin{matrix} I = \dfrac{n\mathscr{E}}{R + \dfrac{nr}{m}} \\ \text{Với } m = \dfrac{N}{n} \end{matrix}\right\} \Rightarrow I = \frac{n\mathscr{E}}{R + \dfrac{n^2 r}{N}} \Leftrightarrow I = \frac{\mathscr{E}}{\dfrac{R}{n} + \dfrac{nr}{N}}$$

Ta thấy $\frac{R}{n}.\frac{nr}{N} = \frac{R.r}{N}$ = const

$\Rightarrow I_{max}$ khi $\left(\frac{R}{n}+\frac{nr}{N}\right)_{min}$, theo bất đẳng thức cosi thì

$\frac{R}{n} = \frac{nr}{N} \Leftrightarrow RN = n^2r$

$\Leftrightarrow n^2 = \frac{RN}{r} = \frac{0,4.12}{0,3} = 16 \Rightarrow n = 4$

$\Rightarrow m = \frac{N}{n} = \frac{12}{4} = 3$

Vậy số pin mắc thành phần 3 dãy, mỗi dãy 4 pin

+ Công suất mạch ngoài cực đại

Với $\begin{cases} n = 4 \\ m = 3 \end{cases}$

$\Rightarrow I = \dfrac{n\mathscr{E}}{R+\frac{nr}{m}} = \dfrac{4,15}{0,4.\frac{4.0,3}{3}} = 7,5A$

$\Rightarrow P_{max} = RI^2 = 0,4\ .\ 7,5^2 = 22,5W$

Vậy $P_{max} = 22,5W$

16. Cho $\begin{cases} N = 80 \\ \mathscr{E} = 1,5 \\ r = 1\Omega \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} n, m \text{ để } I_{max} \text{ khi} \\ a)\ R = 5\Omega \\ b)\ R = 6\Omega \end{cases}$

Giải

Ta có: $I = \dfrac{\mathscr{E}_b}{R + r_b}$

Vì ghép hỗn hợp đối xứng nên $\begin{cases} \mathscr{E}_b = n\mathscr{E} \\ r_b = \frac{nr}{m} = \frac{n^2r}{N} \end{cases}$

$\Rightarrow I = \dfrac{\mathscr{E}_b}{R+\frac{n^2r}{N}} = \dfrac{\mathscr{E}}{\frac{R}{n}+\frac{nr}{N}}$

I_{max} khi $\left(\frac{R}{n}+\frac{nr}{N}\right)_{min}$

Mà $\frac{R}{n}.\frac{nr}{N} = \frac{Rr}{N}$ = const

$$\Rightarrow \left(\frac{R}{n} + \frac{nr}{N}\right)_{min} \text{ khi } \frac{R}{n} = \frac{nr}{N} \Leftrightarrow n^2 = \frac{RN}{r}$$

* Với R = 5Ω $\Rightarrow n^2 = \frac{5.80}{1} \Rightarrow n = 20$

$$\Rightarrow m = \frac{M}{n} = \frac{80}{20} = 4$$

Vậy R = 5 thì $\begin{cases} n = 20 \\ m = 4 \end{cases}$

* Với R = 6Ω

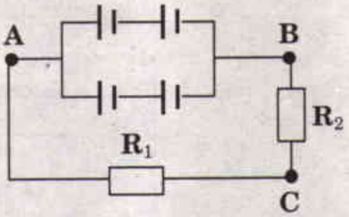
$$\Rightarrow n^2 = \frac{6.80}{1} = 480 \quad \Rightarrow n = 21,9$$

Ta thấy n = 21,9 là số lẻ, nhưng 20 < 21,9 < 22

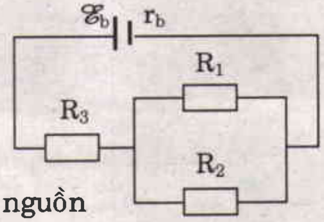
$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} n = 20 \Rightarrow m = 4 \\ n = 22 \Rightarrow m = 3,6 \text{ (loại)} \end{array}\right.$$

Vậy chỉ có một cách ghép $\begin{cases} n = 20 \text{ nguồn} \\ m = 4 \text{ dãy} \end{cases}$

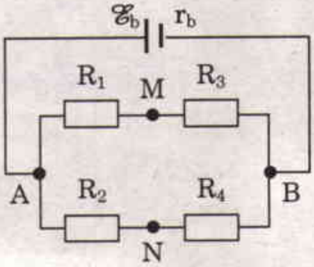
IV. Bài tập tương tự



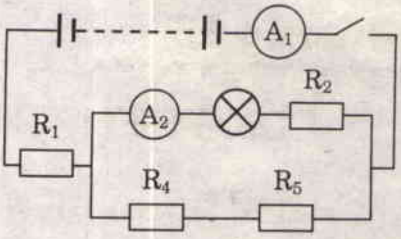
1. Cho mạch điện như hình vẽ.
   Biết $\mathscr{E}_1 = \mathscr{E}_2 = \mathscr{E}_3 = \mathscr{E}_4 = 1,5V$
   $r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = 1\Omega$. Tìm
   a) $\mathscr{E}_b$, r_b
   b) Tìm cường độ dòng điện qua R_1 và R_2



2. Cho bộ nguồn gồm 2 dãy, mỗi dãy gồm 5 pin giống nhau mắc nối tiếp, mỗi pin có $\mathscr{E} = 1V$, $r = 1\Omega$, $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 5,5\Omega$. Tìm:
   a) Suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn
   b) Cường độ dòng điện qua các điện trở.



3. Cho mạch điện như hình vẽ. Bộ nguồn gồm 24 pin mắc hỗn hợp đối xứng thành hai dãy. Biết $r_b = 1\Omega$, $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_3 = 3\Omega$, $R_4 = 8\Omega$, $U_{MN} = 1,5V$.
   a) Tìm $\mathscr{E}_b$ và số pin trên mỗi dãy
   b) Nối MN bởi dây dẫn, Tìm cường độ dòng điện qua MN.

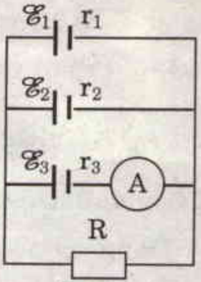


4. Cho mạch điện như hình vẽ: Bộ nguồn gồm n pin giống nhau mắc nối tiếp, mỗi pin có $\mathscr{E}_0$ = 1,5V và r_0 = 0,5Ω. Mạch ngoài gồm R_1 = 2Ω, R_2 = 9Ω, R_4 = 18Ω, Đèn R_3 (3V – 3W). Khi K đóng (A_1) chỉ 0,6A, A_2 chỉ 0,4A. Tính:

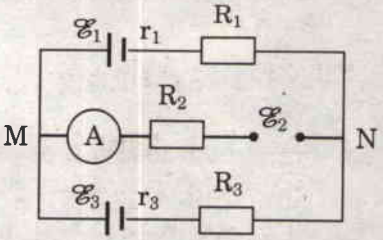
a) R_5 = ?

b) Số pin và công suất bộ nguồn

c) Nhận xét độ sáng đèn.



4. Cho mạch điện như hình. Biết $\mathscr{E}_1$ = 1,9V, r_1 = 0,3Ω, r_2 = r_3 = 0,1Ω, $\mathscr{E}_2$ = 1,6V. Ampe kế chỉ số không. Tìm R và cường độ dòng điện qua các nhánh.



5. Cho mạch điện như hình $\mathscr{E}_1$ = 8V, $\mathscr{E}_3$ = 5V, R_1 = 2Ω, R_2 = 4Ω, R_3 = 3Ω. Điện trở trong các nguồn và dây nối không đáng kể. Phải mắc nguồn $\mathscr{E}_2$ như thấu nào để dòng điện qua ampe kế chỉ 1A. Khi đó I_1, I_3 bằng bao nhiêu.

6. Bộ nguồn 60 pin giống nhau, mỗi pin có $\mathscr{E}$ = 1,5V và điện trở trong 0,6Ω, ghép hỗn hợp đối xứng, Điện trở ngoài R = 1Ω. Các nguồn ghép như thế nào để:

a) Công suất mạch ngoài lớn nhất

b) Công suất mạch ngoài không nhỏ 36W

c) Tính hiệu suất của bộ nguồn trong hai trường hợp trên.

Chương III

love !

DÒNG ĐIỆN TRONG CÁC MÔI TRƯỜNG

Bài 8. DÒNG ĐIỆN TRONG CÁC MÔI TRƯỜNG

I. Kiến thức cần nắm

1. Dòng điện trong kim loại

- Dòng điện trong kim loại là dòng dịch chuyển có hướng của các electron tự do ngược chiều điện trường.

Chú ý: Khi nhiệt độ tăng thì điện trở kim loại tăng.

2. Dòng điện trong chất điện phân

- Dòng điện trong chất điện phân là dòng dịch chuyển có hướng của các ion dương theo chiều trường và của ion âm ngược chiều điện trường.

Chú ý:

- Hiện tượng cực dương tan xảy ra khi điện phân một dung dịch muối kim loại mà anot bằng chính kim loại đó.
- Khí có hiện tượng cực dương tan thì dòng điện trong chất điện phân tuân theo định luật Ohm.
- Định luật Pha–ra–đây

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} \cdot It$$

Trong
- m: khối lượng giải phóng ở các điện cực
- $\frac{A}{n}$: đương lượng hóa học
- t(s): Thời gian điện phân

  $F = 9{,}65.10^7$ c/Kmol: hằng số Pha-ra-đay

3. Dòng điện trong chất khí

- Dòng điện trong chất khí là dòng dịch chuyển của các ion dương theo chiều điện trường và của electron, ion âm ngược chiều điện trường.

Chú ý: Dòng điện trong chất khí không tuân theo định luật Ohm.

4. Dòng điện trong chân chân không.

– Dòng điện trong chân không là dòng dịch chuyển có hướng của electron bứt ra từ catot khi bị nung nóng.

Chú ý: Dòng điện trong chân không, không tuân theo định luật Ohm.

5. Dòng điện trong bán dẫn

– Dòng điện trong bán dẫn là dòng dịch chuyển của các electron và lỗ trống.

II. Câu hỏi trắc nghiệm và bài tập cơ bản + Nâng cao

1. Dòng dịch chuyển có hướng của các electron tự do là dòng điện trong môi trường:

a. Chất khí b. Điện phân c. Kim loại d. Bán dẫn.

2. Dòng dịch chuyển của các electron, ion âm ngược chiều điện trường và của ion dương cùng chiều điện trường là dòng điện trong môi trường:

a. Chất khí b. Kim loại c. Điện phân d. Bán dẫn.

3. Dòng dịch chuyển của các ion dương theo chiều điện trường, của ion âm ngược chiều điện trường là dòng điện trong môi trường.

a. Kim loại b. Điện phân c. Bán dẫn d. Chân không.

4. Cường độ dòng điện tuân theo định luật Ohm là dòng điện trong môi trường:

a. Kim loại nếu nhiệt độ không đổi b. Điện phân

c. Chất khí d. Chân không.

5. Khi nhận được nguồn năng lượng từ ngoài thì trong chất khí tồn tại các loại hạt mang điện:

a. ion dương và ion âm b. electron tự do và lỗ trống

c. electron, ion âm và ion dương d. electron và ion âm.

6. Nhiệt độ tăng thì điện trở của kim loại và bán dẫn sẽ:

a. Kim loại giảm, điện phân tăng

b. Kim loại giảm, điện phân giảm

c. Kim loại tăng, điện phân tăng

d. Kim loại tăng, điện phân giảm.

7. Dòng điện trong chất điện phân là dòng dịch chuyển của.

a. ion dương cùng chiều điện trường, của electron ngược chiều điện trường

b. ion dương cùng chiều điện trường, của electron và ion âm ngược chiều điện trường.

c. ion dương cùng chiều điện trường ion, âm ngược chiều điện trường

d. ion dương là lỗ trống chiều điện trường, electron ngược chiều điện trường.

8. Dòng điện trong môi trường nào không cần tác nhân bên ngoài để tạo ra hạt mang điện.

a. Chân không b. Kim loại c. Điện phân d. Bán dẫn.

9. Tia catot xuất hiện trong ống phóng điện ở áp suất từ:

a. 1 đến 0,1mmHg b. 1 đến 0,01 mmHg

c. 0,1 đến 0,01 mmHg d. 0,01 đến 0,001 mmHg.

10. Phát biểu nào sau đây không thuộc về tia catot.

a. Tia catot có mang năng lượng

b. Tia catot làm phát quang một số chất

c. Tia catot bị lệch trong điện trường và từ trường

d. Tia catot là sóng điện từ có bước sóng ngắn.

11. Dòng điện trong chất khí là dòng dịch chuyển của:

a. ion dương cùng chiều điện trường, ion âm ngược chiều điện trường

b. ion dương cùng chiều điện trường, electron ngược chiều điện trường

c. electron và ion âm ngược chiều điện trường, ion dương cùng chiều điện trường

d. ion dương và lỗ trống cùng chiều điện trường, ion âm và electron ngược chiều điện trường.

12. Lớp tiếp xúc p–n có tính chất:

a. Dẫn điện theo hai chiều từ n → p và p → n

b. Dẫn điện theo một chiều từ n → p

c. Dẫn điện theo một chiều từ p → n

d. Không dẫn điện được theo chiều từ p → n.

13. Trong bán dẫn loại p thì:

a. Mật độ electron nhiều hơn mật độ lỗ trống

b. Mật độ electron bằng mật độ lỗ trống

c. Chỉ tồn tại một loại hạt mang điện dương là lỗ trống

d. Mật độ lỗ trống lớn hơn mật độ electron tự do.

14. Trong bán dẫn loại n thì

a. Mật độ electron nhiều hơn mật độ lỗ trống

b. Mật độ electron bằng mật độ lỗ trống

c. Mật độ electron nhỏ hơn mật độ lỗ trống

d. Chỉ tồn tại một loại hạt mang điện là electron.

15. Khi nối cực dương của nguồn điện vào bán dẫn loại p, cực âm vào bán dẫn n thì.

a. Chỉ có hạt mang điện cơ bản là electron qua lớp tiếp xúc

b. Chỉ có hạt mang điện cơ bản là ion dương qua lớp tiếp xúc.

c. Hạt mang điện cơ bản là electron qua lớp tiếp xúc nhiều hơn hạt mang điện lỗ trống

d. Số hạt mang điện cơ bản là electron và lỗ trống di chuyển dễ dàng qua lớp tiếp xúc.

16. Chọn câu sai của biểu thức định luật Pha–ra–đay.

a. $m = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n}.q$ b. $m = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n}.qt$

c. $m = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n}.It$ d. $m = \frac{1}{96500} \cdot \frac{A}{n}.It.$

17. Dòng điện trong chân không là dòng dịch chuyển của:

a. electron tự do bắn ra từ anot

b. electron tự do bắn ra từ catot khi đặt vào anot và catot một điện trường ngoài

c. electron tự do bắn ra từ catot khi catot bị nung nóng và dòng điện qua môi trường chân không có chiều từ catot đến anot

d. electron tự do bắn ra từ catot khi catot bi nung nóng và dòng điện qua môi trường chân không chỉ theo một chiều từ anot đến catot.

III. Bài tập cơ bản và nâng cao

Dạng 1. Bình điện phân với hiện tượng cực dương tan

– Khi xảy ra hiện tượng cực dương tan thì bình điện phân đóng vai trò là điện trở thuần → Dòng điện qua bình điện phân tuân theo định luật Ohm.

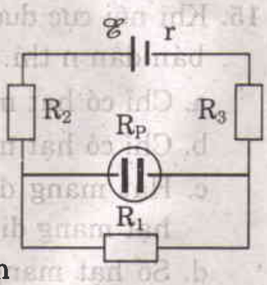
$$I_p = \frac{U_p}{R_p}$$

– Các công thức:

- $\underset{(g)}{m} = \frac{1}{96500} \cdot \frac{A}{n} I_p t$
- Định luật Ohm cho toàn mạch

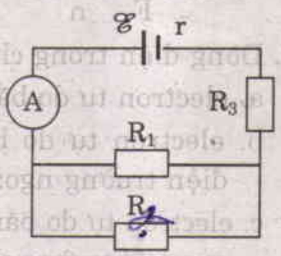
$$\boxed{I = \frac{\mathscr{E}}{R_b + r}}$$

- Các công thức về ghép nguồn, công suất, hiệu suất nguồn...



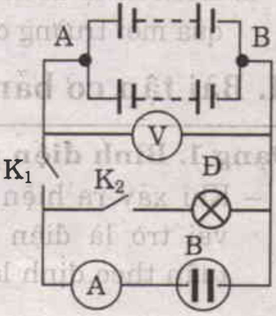
1. Cho mạch điện như hình vẽ: Nguồn $\mathscr{E}$ = 8V; r = 0,8Ω, bình điện phân đựng dung dịch $CuSO_4$ có cực dương bằng Cu, điện trở bình điện phân R_p = 4Ω, R_1 = 12Ω, R_2 = 0,2Ω, R_3 = 4Ω. Tính:
   a) Hiệu điện thế giữa hai cực của bình điện phân
   b) Cường độ dòng điện qua bình điện phân
   c) Lượng đồng giải phóng ở catot trong thời gian 16 phút 5 giây

2. Cho mạch điện như hình vẽ $\mathscr{E}$ = 16V, r = 0,8Ω, R_A = 0,2Ω, R_3 = 4Ω. Bình điện phân dung dịch $CuSO_4$ có điện cực bằng đồng có điện trở R_2 = 4Ω, R_1 = 12Ω
   a) Tìm số chỉ ampe kế
   b) Cường độ dòng điện qua bình điện phân
   c) Lượng hao mòn của cực dương sau 16 phút 5 giây
   d) Công suất tiêu thụ ở mạch ngoài.

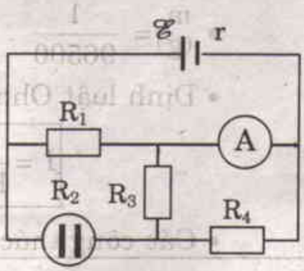


3. Cho mạch điện như hình vẽ
   - Đ là bóng đèn (6V – 3W)
   - B là bình điện phân đựng dung dịch $AgNO_3$ với anot bằng Ag, vôn kế có điện trở rất lớn và R_A = 0. Khi K 1 mở, vôn kế chỉ 9V, K_1 và K_2 đều đóng vôn kế chỉ 6V và ampe kế chỉ 0,5A và đèn sáng bình thường.

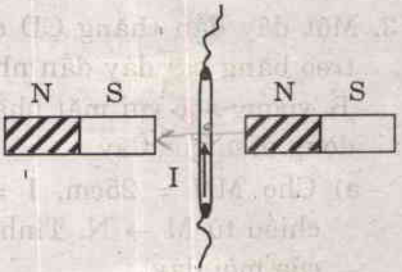
   a) Tính điện trở của bóng đèn và điện trở bình điện phân
   b) Tính m_{Ag} sau 32 phút 10 giây
   c) Bộ nguồn gồm 12 pin giống nhau. Tính suất điện động và điện trở trong của bộ pin.



4. Cho mạch điện như hình vẽ. Biết $\mathscr{E}$ = 13,5V, r = 1Ω, R_1 = 3Ω, R_3 = R_4 = 4Ω, R_A = 0, R_2 là bình điện phân đựng dung dịch $CuSO_4$ có các điện cực bằng Cu. Sau 16 phút 5 giây khối lượng đồng được giải phóng ở catot là 0,48g. Tìm



8. Cho đoạn dây dày mang dòng điện I đặt giữa hai cực của một nam châm như hình. Lực từ tác dụng lên đoạn dây có hướng:



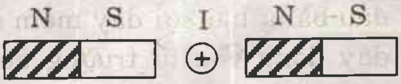
a. Vào mặt phẳng giấy

[✓ b. Ra mặt phẳng giấy]

c. Sang trái

d. Sang phải

9. Cho đoạn dây đặt giữa hai cực của một nam châm như hình. Lực từ tác dụng lên đoạn dây có hướng:



[✓ a. Lên trên mặt phẳng giấy.]

b. Xuống dưới mặt phẳng giấy.

c. Sang trái.

d. Sang phải.

B. Bài tập

Áp dụng công thức Ampe:

$$\boxed{F = BIl\sin\alpha}$$

- Khi đoạn dây đặt song song với đường sức từ:

  $F = 0$

- Khi đoạn dây đặt vuông góc với đường sức từ:

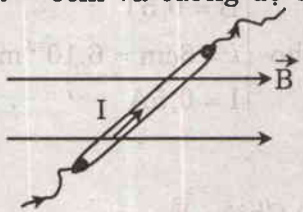
  $$\boxed{F = BIl}$$

1. Một đoạn dây dẫn dài 5cm đặt trong từ trường đều và vuông góc với vectơ cảm ứng từ. Dòng điện qua dây có cường độ 0,75A. Lực từ tác dụng lên đoạn dây đó là 3.10^{-3}N. Xác định cảm ứng từ của từ trường.

2. Đoạn dây MN mang dòng điện đặt trong từ trường dều nằm trong mặt phẳng hình vẽ. Cho B = 0,5T, MN = l = 6cm và cường độ dòng điện qua MN bằng 5A.

a) Vẽ hình lực từ tác dụng lên MN

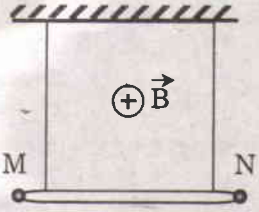
b) Tính góc hợp bởi MN và vectơ cảm ứng từ. Cho biết lực từ tác dụng lên dòng điện bằng 0,075N.



3. Một dây dẫn thẳng CD chiều dài l, khối lượng 0,08kg. Dây được treo bằng hai dây dẫn nhẹ thẳng đứng và đặt trong từ trường đều $\vec{B}$ vuông góc với mặt phẳng chứa MN và dây treo, B = 0,04T. Cho dòng điện qua dây

a) Cho MN = 25cm, I = 16A có chiều từ M → N. Tính lực căng của mỗi dây

b) Để các dây bị đứt thì chiều và độ lớn I phải như thế nào? Lấy $g = 10m/s^2$



4. Một đoạn dây đồng CD dài 20cm, khối lượng 10g được treo ở hai đầu bằng hai sợi dây mềm sao cho đoạn CD nằm ngang. Đưa đoạn dây đồng vào từ trường đều có B = 0,2T và các đường sức từ là những đường thẳng đứng. Dây treo có thể chịu được lực kéo lớn nhất F = 0,06N. Hỏi có thể cho dòng điện qua dây CD có cường độ lớn nhất bằng bao nhiêu để dây không bị đứt. Lấy $g = 10m/s^2$.

III. Hướng dẫn giải bài tập và trả lời câu hỏi trắc nghiệm

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. c **2.** a **3.** d **4.** c **5.** c **6.** d **7.** b **8.** b **9.** a

B. Bài tập

$$1. \begin{cases} l = 5cm \\ \alpha = 90^0 \\ I = 0,75A \\ F = 3.10^{-3}N \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} B = ?$$

Giải ([illegible])

Ta có: $F = BIl\sin\alpha$

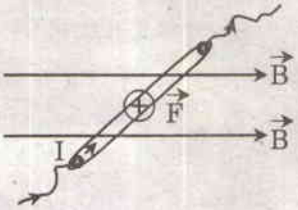
$$\Leftrightarrow B = \frac{F}{I.l\sin\alpha} = \frac{3.10^{-3}}{0,75.10^{-2}} = 8.10^{-2}T$$

$$2. \text{ Cho} \begin{cases} B = 0,5T \\ l = 6cm = 6.10^{-2}m \\ I = 0,5A \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) chiều của } \vec{F} \\ \text{b) Góc giữa đoạn dây và } \vec{B} \end{cases}$$

Giải

a) Chiều $\vec{F}$

Theo qui tắc bàn tay trái thì $\vec{F}$ hướng vào mặt phẳng giấy



b) Góc giữa đoạn dây và $\vec{B}$

Ta có: $F = BIl\sin\alpha$

$$\Leftrightarrow \sin\alpha = \frac{F}{B.I.l} = \frac{0,075}{0,54.0,06} = 0,5$$

$$\Rightarrow \alpha = 30^0$$

Vậy góc hợp bởi đoạn dây là $\vec{B}$ là 30^0 hoặc 150^0

3. Cho

$$\begin{cases} m = 0,08kg \\ B = 0,04T \\ g = 10\,^{m}/_{s^2} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } T = ? \text{ cho } l = 25cm,\ I = 16A, \text{ chiều từ } M \to N \\ \text{b) } T = 0 \text{ thì } I = ? \end{cases}$$

Giải

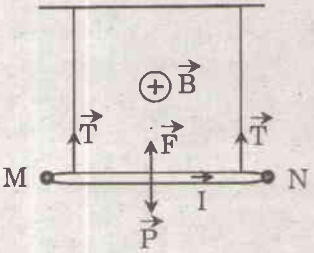
a) T = ?

Các lực từ tác dụng lên thanh MN: $\vec{P}$, $\vec{T}$, $\vec{F}$

– Khi thanh MN cân bằng: $\vec{T} + \vec{T} + \vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$ (*)

$$\Leftrightarrow 2T = P + F$$

$$\Rightarrow T = \frac{P + F}{2}$$



Mà $P = mg = 0,08.10 = 0,8N$

$F = BIl = 0,4.16.0,25 = 0,16N$

$$\Rightarrow T = \frac{P + F}{2} = \frac{0,8 + 0,16}{2} = 0,32N$$

Vậy: lực tác dụng lên mỗi ngành dây là 0,48N

b) T = 0 thì I = ?

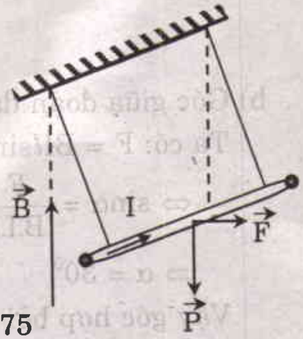
Từ (*) $\Rightarrow \vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$ (vì $T = 0$)

$$\Rightarrow P = F$$

$$\Leftrightarrow mg = BIl$$

$$\Rightarrow I = \frac{mg}{Bl} = \frac{0.08.10}{0,04.0,25} = 80A$$

4. Cho $\begin{cases} l = 20cm = 0,2m \\ m = 10g = 10^{-2}kg \\ B = 0,2T \\ F_{max} = 0,06N \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} I_{max}?$



Giải

$F^2 + P^2 = (2T)^2 \Leftrightarrow B^2I^2l^2 = 4T^2$

mà $T \le F$

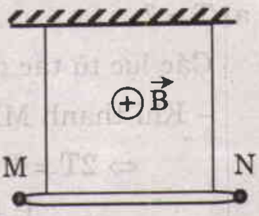
$\Rightarrow B^2I^2l^2 + P^2 \le 4F^2$

$$\Leftrightarrow I^2 \le \frac{4F^2 - P^2}{B^2l^2} \le \frac{4.0,06^2 - (10^{-2}.10)^2}{0,2^2.0,2^2} \le 2,75$$

$\Rightarrow I \le 1,66A$

VI. Bài tập tương tự

1. Một đoạn dây MN, dài l = 20cm, khối lượng m = 0,04kg. Dây được treo bằng hai dây nhẹ thẳng đứng và đặt trong từ trường đều $\vec{B}$ vuông góc với mặt phẳng chứa đoạn dây MN và dây treo, B = 0,04T. Cho dòng điện I qua dây

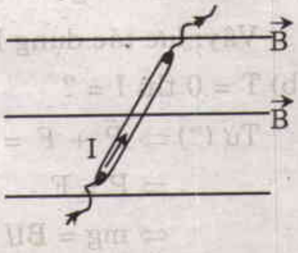


a) Tìm chiều và độ lớn của I để lực căng dây treo bằng không

b) Cho dòng điện qua đoạn dây theo chiều từ M → N, I = 8A. Tính lực căng của mỗi dây

2. Một dây dẫn thẳng dài l= 70cm được đặt trong một từ trường đều có cảm ứng từ B = 0,1T. Dây dẫn hợp với đường sức từ trường một góc $\alpha = 30^0$. Tìm lực từ tác dụng lên dây dẫn khi có dòng điện I = 70A chạy qua dây dẫn

3. Cho đoạn dây có chiều dài l = 20cm, đặt trong từ trường đều có B = 0,01T. Hỏi phải xoay đoạn dây như thế nào để lực từ tác dụng lên đoạn dây là lớn nhất, nhỏ nhất. Biết dòng điện qua dây có cường độ 10A.



Bài 11. TỪ TRƯỜNG CỦA MỘT SỐ DÒNG ĐIỆN CÓ DẠNG KHÔNG ĐỔI

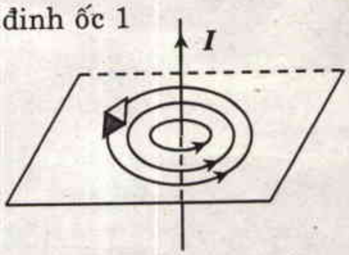
I. Kiến thức cần nắm

1. Từ trường của dòng điện thẳng

- Đường sức từ là đường tròn đồng tâm nằm trong mặt phẳng vuông góc với dòng điện
- Chiều của đường sức từ theo qui tắc đinh ốc 1
- Cảm ứng từ

$$\boxed{B = 2.10^{-7}\frac{I}{r}}$$

r(m): là khoảng cách từ điểm khảo sát đến dòng điện

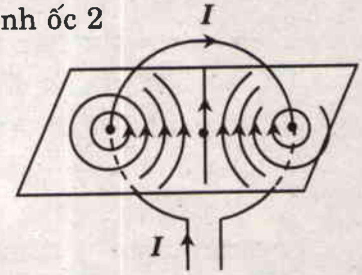


2. Từ trường của dòng điện tròn

- Chiều của đường sức từ theo qui tắc đinh ốc 2
- Cảm ứng từ:

$$B = 2\pi.10^{-7}\frac{nI}{R}$$

$$\begin{cases} n: \text{Số vòng của khung dây} \\ R(m): \text{Bán kính khung dây} \\ I(A): \text{Cường độ dòng điện trong một vòng dây} \end{cases}$$



3. Từ trường của dòng điện trong ống dây

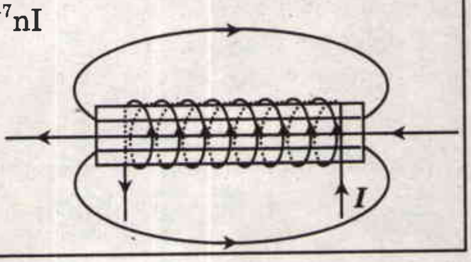
- Chiều của đường sức từ giống chiều đường sức của nam châm thẳng
- Công thức tính cảm ứng từ:

$$B = 4\pi.10^{-7}\frac{N}{l}.I \text{ hay } B = 4\pi.10^{-7}nI$$

N: Số vòng dây quấn trên ống

l(m): Chiều dài của ống dây

n: Số vòng dây trên 1m chiều dài của ống dây



II. Câu hỏi và bài tập cơ bản và nâng cao

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. Công thức nào sau đây xác định độ lớn cảm ứng từ B do dòng điện thẳng gây ra

a. $B = 2\pi.10^{-7}\frac{I}{r}$;

b. $B = 2\pi.10^{+7}\frac{I}{r}$

[✓ c.] $B = 2.10^{-7}\frac{I}{r}$;

d. $B = 2\pi.10^{-7}\frac{I}{R}$

2. Công thức nào sau đây xác định độ lớn cảm ứng từ B do do dòng điện tròn gây ra tại tâm

a. $B_0 = 2\pi.10^{+7}\frac{I}{R}$;

[✓ b.] $B_0 = 2\pi.10^{-7}\frac{I}{R}$

c. $\vec{B}_0 = 2\pi.10^{+7}\frac{I}{R}$;

d. $\vec{B}_0 = 2\pi.10^{7}\frac{I}{R}$

3. Cảm ứng từ của dòng điện chạy trong dây dẫn uốn thành đường tròn, tại tâm đường tròn, cảm từ sẽ giảm đi khi

a. Cường độ dòng điện tăng lên

[✓ b.] Cường độ dòng điện giảm xuống.

c. Số vòng dây quấn tăng lên

d. Đường kính vòng dây giảm đi

4. Cảm ứng từ của dòng điện chạy trong dây dẫn thẳng dài vô hạn gây ra tại điểm M cách dây 1 đoạn r sẽ

a. Tăng khi M di chuyển vuông góc với dây và xa dây

b. Tăng khi M di chuyển song song với dây và lại gần dây

[✓ c.] Tăng khi M di chuyển vuông góc với dây và và lại gần dây

d. Không đổi vì từ trường của dòng điện do dây dẫn thẳng dài gây ra là từ trường đều

5. Đường sức từ của một dòng điện thẳng dài vô hạn là những:

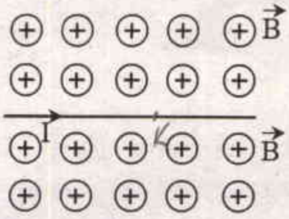
a. Đường thẳng song song với dây dẫn.

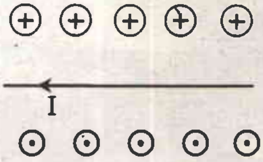
[✓ b.] Đường tròn có tâm trên dây dẫn & nằm trên mặt phẳng vuông góc dây dẫn

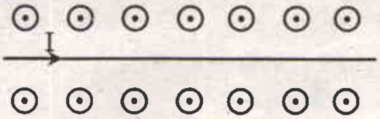
c. Đường tròn nằm trong mặt phẳng chứa dây dẫn

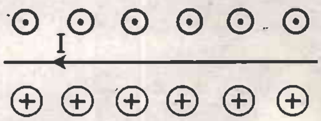
d. Đường vuông góc với dây dẫn

6. Trong các hình sau, hình nào biểu diễn đúng chiều của đường sức từ:

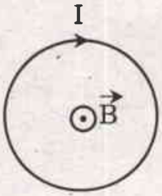

a)


[✓ b)]

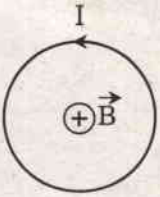

c)


d)

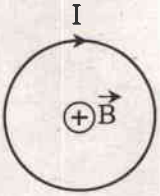
7. Trong các hình sau, hình nào biểu diễn đúng chiều của đường cảm ứng từ do dòng điện chạy trong khung dây tròn gây ra tại tâm



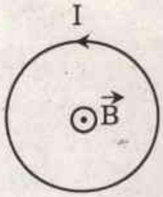
a)



b)



c)



d)

a) Hình a – b　　b) Hình a – c　　c) Hình b – c　　[✓ d)] Hình c – d

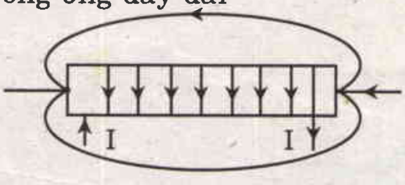
8. Công thức nào sau đây xác định độ lớn cảm ứng từ do ống dây dài gây ra tại những điểm bên trong ống dây

a. $B = 4\pi.10^{-7}nI$　　b. $B = 4\pi.10^{+7}nI$

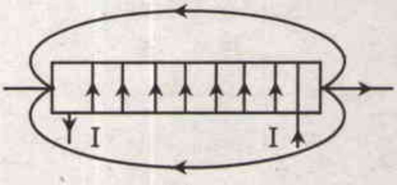
c. $B = 2\pi.10^{-7}nI$　　[✓ d.] $B = 4\pi.10^{-7}\dfrac{N}{l}$

(Với N số vòng dây quấn trên ống dây, l chiều dài ống dây, n mật độ vòng dây)

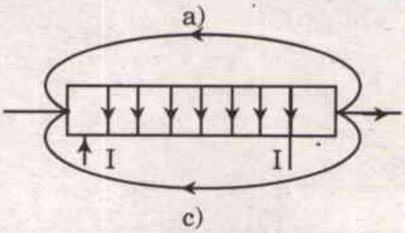
9. Hình nào sau đây biểu diễn đúng chiều đường sức từ của dòng điện trong ống dây dài



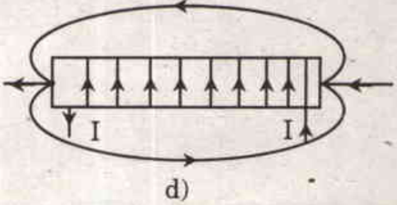
a)



b)



c)

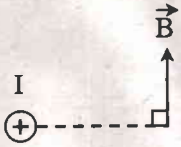


d)

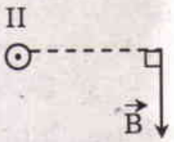
a. Hình a – b
b. Hình a – c
c. Hình a – d
[✓ d. Hình c – d]

10. Hình nào sau đây biểu diễn đúng vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ do dòng điện chạy trong dây dẫn thẳng dài gây ra

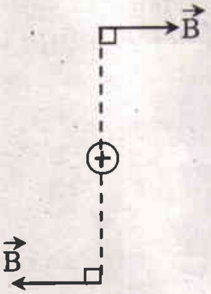
a)



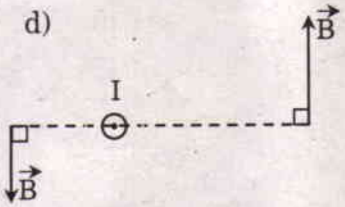
b)



[✓ c)]



d)



B. Bài tập cơ bản và nâng cao

Dạng 1: Xác định cảm ứng từ tổng hợp

Phương pháp:

Bước 1: Xác định vị trí cần xác định cảm ứng từ tổng hợp

Bước 2: Tính độ lớn cảm ứng từ thành phần do các dòng điện $I_1, I_2, \ldots$ gây ra

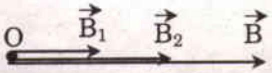
Bước 3: Vẽ các vectơ $\vec{B}_1$, $\vec{B}_2$

Bước 4: Tổng hợp vectơ

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

Bước 5: Bỏ vectơ

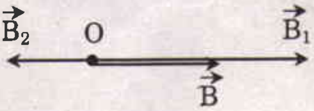
+ $\vec{B}_1 \uparrow\uparrow \vec{B}_2$



O
$\vec{B}_1$
$\vec{B}_2$
$\vec{B}$

$$B = B_1 + B_2$$

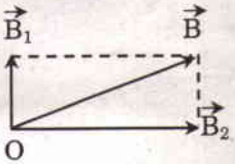
+ $\vec{B}_1 \uparrow\downarrow \vec{B}_2$



$\vec{B}_2$
O
$\vec{B}_1$
$\vec{B}$

$$B = |B_1 - B_2|$$

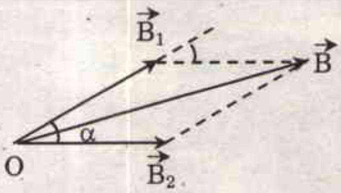
+ $\vec{B}_1 \perp \vec{B}_2$



$\vec{B}_1$
$\vec{B}$
$\vec{B}_2$
O

$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$$

$$+\ \left(\widehat{\vec{B}_1,\vec{B}_2}\right) = \alpha$$



$$B^2 = B_1^2 + B_2^2 + 2B_1B_2\cos\left(\widehat{\vec{B}_1,\vec{B}_2}\right)$$

Bước 6: Tìm phương của $\vec{B}$ tổng hợp

Bước 7: Kết luận

Bài tập mẫu

Cho hai dây dẫn thẳng, dài, song song cách nhau một khoảng cố định 9cm. Trong dây thứ nhất có dòng điện $I_1 = 6A$, dây thứ hai có dòng điện $I_2 = 12A$. Xác định cảm ứng từ tại M cách dây một 3cm, cách dây hai 12cm. Xét hai trường hợp

a) Hai dòng điện cùng chiều

b) Hai dòng điện ngược chiều

Giải

a) Xét trường hợp hai dòng điện cùng chiều

– *Nhận xét:* Nếu biểu diễn cho hai dòng điện cùng nằm trên mặt phẳng giấy thì sẽ không thấy được môđun của vectơ $\vec{B}$. Do đó, khi giải toán cần biểu diễn cho dòng điện vuông góc mặt phẳng giấy, khi đó sẽ thấy được môđun của vectơ $\vec{B}$.

– Xác định vị trí điểm M

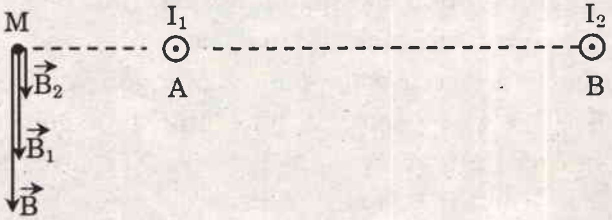
- Gọi A là vị trí đặt dây I_1, B là vị trí đặt dây I_2 thì ta có: MB = MA + AB = 12cm ⇒ M thuộc tia đối của AB (xem hình)

– Tính độ lớn cảm ứng từ thành phần:

$$B_1 = 2.10^{-7}\frac{I_1}{r_1} = 2.10^{-7}\frac{6}{3.10^{-2}} = 4.10^{-5}(T)$$

$$B_2 = 2.10^{-7}\frac{I_2}{r_2} = 2.10^{-7}\frac{12}{12.10^{-2}} = 2.10^{-5}T$$

– Cảm ứng từ tổng hợp



– Cảm ứng từ tổng hợp $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$

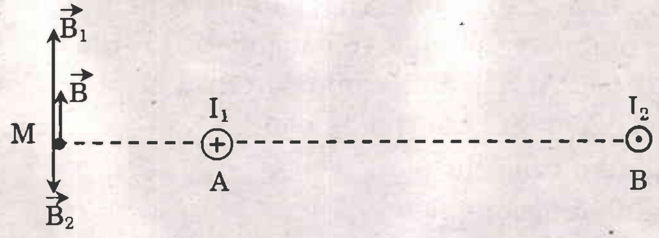
Do $\vec{B}_1 \uparrow\uparrow \vec{B}_2$

nên $B = B_1 + B_2 = 6.10^{-5}$ (T)

– Vậy: vectơ tổng hợp $\vec{B}$ có

- Điểm đặt tại M
- Phương vuông góc mặt phẳng hai dây
- Chiều hướng xuống
- Độ lớn: $B = 6.10^{5}$(T)

b) Trường hợp hai dây mang dòng điện ngược chiều



– Vị trí điểm M không đổi nên:

$B_1 = 4.10^{-5}$T; $B_2 = 2.10^{-5}$(T)

– Cảm ứng từ tổng hợp

$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$

Do $\vec{B}_1 \uparrow\downarrow \vec{B}_2$ nên $B = B_1 - B_2 = 2.10^{-5}$(T)

– Vậy: vectơ $\vec{B}$ tổng hợp có

$\vec{B}$
- Điểm đặt tại M
- Phương vuông góc mặt phẳng hai dây
- Chiều hướng lên theo vec tơ $\vec{B}_1$
- Độ lớn: $B = 2.10^{-7}$(T)

1. Cho hai dây dẫn thẳng dài, song song cách nhau 20cm. Trong dây thứ nhất có dòng điện $I_1 = 2$A, dây thứ hai có dòng điện $I_2 = 3$A. Cho hai dây mang dòng điện ngược chiều. Xác định cảm ứng từ tổng hợp tại

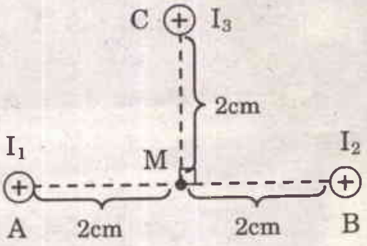
a) M nằm tại trung điểm của đường nối hai dây

b) N cách dây một 5cm, cách dây hai 15cm

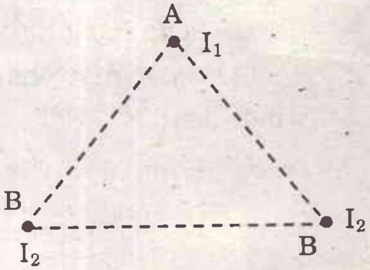
2. Cho hai dòng điện thẳng song song vuông góc với mặt phẳng hình vẽ tại A, B. Cho AB = 5cm, cả hai dòng điện đều hướng ra phía trước mặt phẳng hình vẽ $I_1 = 3$A, $I_2 = 4$A. Xác định cảm ứng từ tại M cách A 3cm, cách B = 4cm.

3. Cho hai dòng điện thẳng song song vuông góc với mặt phẳng hình vẽ tại A, B. Cho AB = 8cm, I_1 = 2A, hướng ra phía sau, I_2 = 4A, hướng ra phía trước của mặt phẳng hình vẽ. Tìm độ lớn cảm ứng từ tại M nằm trên trung trực của AB, cách AB = 3cm.

4. Cho ba dòng điện thẳng song song cùng chiều vuông góc với mặt phẳng hình vẽ. Cho $I_1 = I_2 = I_3$ = 10A. Xác định cảm ứng từ tại M với các số liệu cho như hình.



5. Cho ba dòng điện thẳng song song cùng chiều vuông góc với mặt phẳng hình vẽ, qua ba điểm A, B, C. Ba điểm A, B, C cùng nằm trên mặt phẳng hình vẽ và là ba đỉnh của tam giác đều. Hãy xác định cảm ứng từ tại tâm O của tam giác trong hai trường hợp

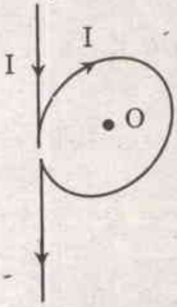


a) Cả ba dòng điện đều hướng ra phía trước mặt phẳng hình vẽ

b) I_1 hướng ra phía trước, I_2 và I_3 hướng ra phía sau

Cho biết cạnh tam giác bằng 20cm và $I_1 = I_2 = I_3$ = 20A

6. Cho một dây dẫn rất dài được căng thẳng, trong đó có một đoạn nhỏ ở khoảng giữa hai dây được uốn thành một vòng tròn bán kính 4,14cm. Cho dòng điện I = 4A chạy trong dây dẫn. Xác định vectơ cảm ứng từ tại tâm O của vòng tròn



Dạng 2. Tìm tập hợp điểm

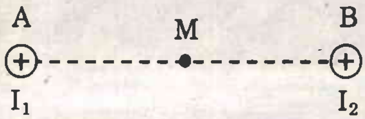
Phương pháp:

1. Tìm tập hợp điểm để cảm ứng từ tổng hợp do hai dòng điện thẳng dài gây ra tại đó triệt tiêu.

a) Trường hợp hai dây mang dòng điện cùng chiều

– Giả sử hai dây được biểu diễn như hình

Thanoldd@gmail.com (Phúc Nguyên)



– Để cảm ứng từ tại M triệt tiêu thì: $\begin{cases} \vec{B}_1 \uparrow\downarrow \vec{B}_2 \\ B_1 = B_2 \end{cases}$

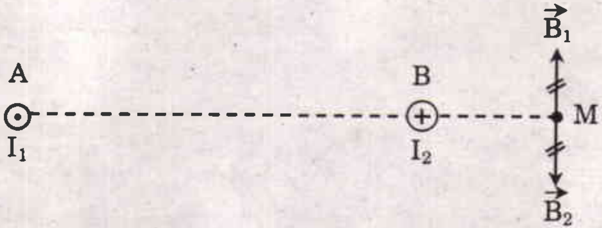
– Suy ra M thuộc đoạn AB

– Giải hệ $\begin{cases} r_1 + r_2 = AB \\ \dfrac{r_2}{r_1} = \dfrac{I_2}{I_1} \end{cases}$

– Kết luận: những điểm M có $\vec{B}$ triệt tiêu phải ∈ đường thẳng (Δ)

- – (Δ) song song hai dây
- – (Δ) thuộc mặt phẳng giới hạn hai dây và (Δ) cách dây một, một đoạn r_1

b) Trường hợp hai dây mang dòng điện ngược chiều (Giả sử $I_1 > I_2$)



– Để $\vec{B}_M = \vec{0} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{B}_1 \uparrow\downarrow \vec{B}_2 \\ B_1 = B_2 \end{cases}$

– Do $B_1 = B_2 \Leftrightarrow 2.10^{-7}\dfrac{I_1}{r_1} = 2.10^{-7}\dfrac{I_2}{r_2} \Leftrightarrow \dfrac{r_1}{r_2} = \dfrac{I_1}{I_2}$

Do ta giả sử $I_1 > I_2$ nên $r_1 > r_2 \Rightarrow$ điểm M ∈ tia đối AB

– Giải hệ $\begin{cases} \dfrac{r_1}{r_2} = \dfrac{I_1}{I_2} \\ r_1 - r_2 = AB \end{cases}$ $r_1 = 4r_2$ = $r_1 - r_1 = 0$

– *Kết luận:* tập hợp những điểm có $\vec{B}$ triệt tiêu phải thuộc đường thẳng (Δ):

(Δ):
- – (Δ) song song hai dây
- – (Δ) thuộc mặt phẳng giới hạn bởi dây I_2 và nằm về phía phải dây I_2

Chú ý: Trường hợp $I_2 > I_1$ thì phương pháp giải giống như trên nhưng (Δ) thuộc mặt phẳng giới hạn bởi dây một và về bên trái dây I_1

2. Tìm tập hợp điểm để có $\vec{B}_1 = \vec{B}_2$

– Trường hợp 2 dòng điện cùng chiều

- Nếu $I_1 > I_2$ thì giải hệ $\begin{cases} r_1 - r_2 = AB \\ \dfrac{r_1}{r_2} = \dfrac{I_1}{I_2} \end{cases}$
- Nếu $I_1 < I_2$ thì giải hệ $\begin{cases} \dfrac{r_1}{r_2} = \dfrac{I_1}{I_2} \\ r_2 - r_1 = AB \end{cases}$

– Trường hợp 2 dòng điện ngược chiều: $\begin{cases} r_1 + r_2 = AB \\ \dfrac{r_1}{r_2} = \dfrac{I_1}{I_2} \end{cases}$

3. Tìm tập hợp điểm để có $\begin{cases} \vec{B}_1 \perp \vec{B}_2 \\ B_1 = B_2 \end{cases}$

Giải hệ $\begin{cases} \dfrac{r_1}{r_2} = \dfrac{I_1}{I_2} \\ r_1^2 + r_2^2 = AB^2 \end{cases}$

Bài tập mẫu

Cho hai dẫn song song mang dòng điện cùng chiều đặt tại A, B trong không khí, cách nhau 12cm. Trong hai dây có $I_1 = 2A$, $I_2 = 4A$. Xác định tập hợp điểm để có cảm ứng từ tổng hợp triệt tiêu

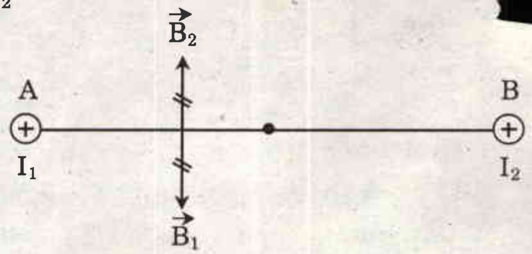
Giải

– Để $\vec{B}_M = \vec{0} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{B}_1 \uparrow\downarrow \vec{B}_2 \\ B_1 = B_2 \end{cases}$

$\Rightarrow M \in$ đoạn AB

$\Rightarrow r_1 + r_2 = AB$

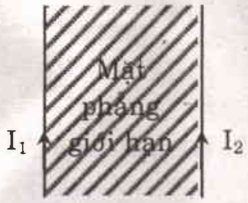
Do $B_1 = B_2 \Leftrightarrow \dfrac{I_1}{r_1} = \dfrac{I_2}{r_2}$



$$\Rightarrow \begin{cases} r_1 + r_2 = 12cm \\ \dfrac{r_2}{r_1} = 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r_1 = 4cm \\ r_2 = 8cm \end{cases}$$

Vậy để $\vec{B}_M$ triệt tiêu thì M phải thuộc đường thẳng (Δ):

$$(\Delta): \begin{cases} -\ (\Delta)\ \text{song song hai dây} \\ -\ (\Delta)\ \text{thuộc mặt phẳng giới hạn bởi} \\ \text{hai dây và cách dây } I_1\ 4\text{cm} \end{cases}$$



7. Cho hai dây dẫn song song mang dòng điện ngược chiều đặt tại A, B trong không khí, cách nhau 12cm. Trong hai dây có I_1 = 4A, I_2 = 8A. Xác định tập hợp điểm để có cảm ứng từ tổng hợp triệt tiêu.

8. Cho hai dây dẫn song song mang dòng điện ngược chiều đặt tại A, B trong không khí, cách nhau 12cm. Trong hai dây có I_1 = 8A, I_2 = 4A. Xác định tập hợp điểm để có cảm ứng từ tổng hợp triệt tiêu.

9. Cho hai dây dẫn song song mang dòng điện ngược chiều đặt tại A, B trong không khí, cách nhau 8cm. Trong hai dây có I_1 = 2A, I_2 = 4A.

a) Xác định tập hợp điểm để có $\vec{B}_1 = \vec{B}_2$

b) Tìm độ lớn cảm ứng từ do dây dẫn mang dòng điện I_1 gây ra tại vị trí các điểm vừa tìm được ở câu a

10. Cho hai dây dẫn song song mang dòng điện cùng chiều đặt tại A, B trong không khí, cách nhau 16cm. Trong hai dây có I_1 = 4A, I_2 = 6A. Tìm tập điểm để có $\vec{B}_1 = \vec{B}_2$

11. Cho hai dây dẫn song song mang dòng điện cùng chiều đặt tại A, B trong không khí, cách nhau 10cm. Trong hai dây có I_1 = 1A, $I_2 = \sqrt{3}$ A. Tìm tập điểm để có $\begin{cases} \vec{B}_1 \perp \vec{B}_2 \\ B_1 = B_2 \end{cases}$

Dạng 3. Tìm cảm ứng từ do ống dây dài gây ra

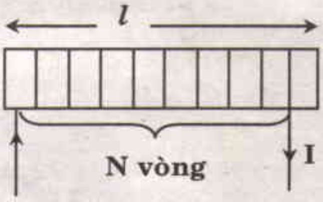
Phương pháp

– Sử dụng công thức:

$$B = 4\pi.10^{-7}nI$$

– Chú ý cách tính n

– Ở công thức này thì n là số vòng dây quấn trên mỗi mét chiều dài ống, tức là: ứng với chiều dài ống l(m) thì quấn được N vòng



$$\Rightarrow n = \frac{N}{l}$$

– Các trường hợp thường gặp:

+ Cho đường kính của ống dây là d và chiều dài sợi dây dùng để quấn, cách tìm n như sau

- Tìm $N = \dfrac{l_{\text{dây}}}{\text{Chu vi ống dây}}$
- Tìm $n = \dfrac{N}{l}$ (l chiều dài ống dây)

+ Cho đường kính sợi dây quấn:

$$n = \frac{1}{d}$$

12. Cho dòng điện có cường độ I = 2A chạy qua các vòng dây của một ống dây, thì cảm ứng từ bên trong ống dây $B = 8.10^{-3}$T. Ống dây dài 62,8cm. Tìm số vòng dây của ống dây

13. Dùng một dây đồng có phủ một lớp sơn cách điện mỏng, quấn quanh một hình trụ dài 50cm, đường kính 4cm để làm một ống dây. Nếu cho dòng điện có cường độ I = 2A vào ống dây, thì cảm ứng từ bên trong ống dây bằng bao nhiêu. Cho biết sợi dây để quấn dài 62,8m và các vòng dây được quấn sát nhau

14. Dùng loại dây đồng đường kính 0,5mm có phủ lớp sơn cách điện mỏng để quấn thành ống dây dài. Các vòng dây trên ống được quấn sát nhau. Hỏi cảm ứng từ trong ống dây bằng bao nhiêu khi do dòng điện có cường độ 2A chạy qua.

III. Hướng dẫn trả lời và giải các bài tập

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. c	**2.** b	**3.** b	**4.** c	**5.** b
6. b	**7.** d	**8.** d	**9.** d	**10.** c

B. Bài tập

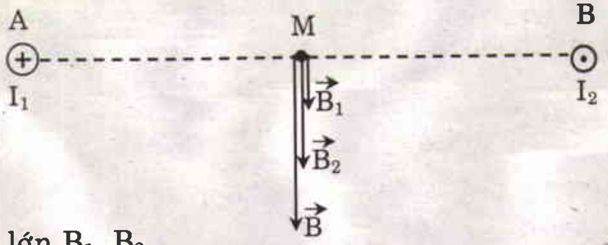
Dạng 1: Xác định cảm ứng từ tổng hợp

1. Cho $\begin{cases} d = 20\text{cm} = 0{,}2\text{m} = 2.10^{-1}\text{m} \\ I_1 = 2\text{A} \\ I_2 = 3\text{A} \\ I_1, I_2 \text{ ngược chiều} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tính}} \begin{cases} \text{Cảm ứng từ tại:} \\ \text{a) M trung điểm hai dây} \\ \text{b) N cách dây một 5cm} \\ \text{Cách dây hai 15cm} \end{cases}$

Giải

a) Trường hợp M là trung điểm hai dây

– Biểu diễn cho hai dây vuông góc mặt phẳng giấy



– Tìm độ lớn B_1, B_2

- $B_1 = 2.10^{-7}\dfrac{I_1}{r_1} = 2.10^{-7}\dfrac{2}{10^{-1}} = 4.10^{-6}T$
- $B_2 = 2.10^{-7}\dfrac{I_2}{r_2} = 2.10^{-7}\dfrac{3}{10^{-1}} = 6.10^{-6}T$

– Cảm ứng từ tổng hợp: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$

– Bỏ vectơ:

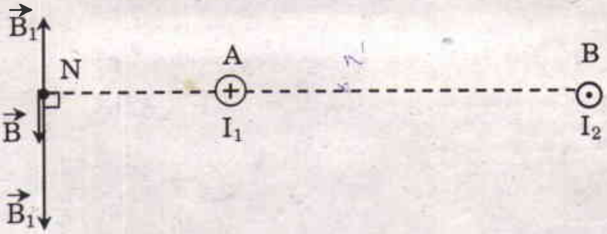
Do $\vec{B}_1 \uparrow\uparrow \vec{B}_2$ nên $B = B_1 + B_2 = 10^{-5}T$

– Vậy cảm ứng từ tổng hợp có:

$\vec{B}$
- – Điểm đặt: tại M
- – Phương vuông góc với mặt phẳng chứa hai dây
- – Chiều hướng theo $\vec{B}_1$
- – Độ lớn $B = 12.10^{-6}T$

b) Trường hợp N cách dây một 5cm, cách dây hai 15cm

– Do NA + AB = NB = 15cm nên N nằm trên đường vuông góc chung của hai dây và N ở phía trái dây một



– Tìm độ lớn B_1, B_2.

- $B_1 = 2.10^{-7}\dfrac{I_1}{r_1} = 2.10^{-7}\dfrac{2}{5.10^{-2}} = 8.10^{-6}T$
- $B_2 = 2.10^{-7}\dfrac{I_2}{r_2} = 2.10^{-7}\dfrac{3}{15.10^{-2}} = 4.10^{-6}T$

– Cảm ứng từ tổng hợp: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$

Do $\vec{B}_1 \uparrow\downarrow \vec{B}_2$ nên $B = B_1 - B_2 = 4.10^{-6}T$

– Vậy cảm ứng từ tổng hợp có:

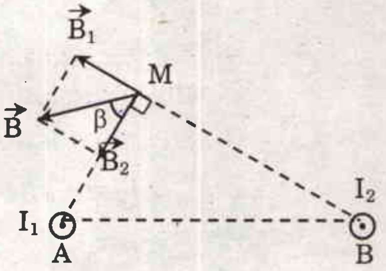
- Điểm đặt: tại N
- Phương vuông góc với mặt phẳng hai dây
- Chiều hướng theo chiều $\vec{B}_1$
- Độ lớn $B = 4.10^{-6}T$

2. Cho $\begin{cases} I_1 = 3A \\ I_2 = 4A \\ AB = 5cm \\ r_1 = 3cm = 3.10^{-2}m \\ r_2 = 4cm = 4.10^{-2}m \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} \vec{B}_M$

Giải

– Do $MA^2 + MB^2 = AB^2$ nên ΔAMB phải là tam giác vuông

– Tính độ lớn B_1, B_2.



- $B_1 = 2.10^{-7}\dfrac{I_1}{r_1} = 2.10^{-7}\dfrac{3}{3.10^{-2}}$

  $= 2.10^{-5}T$
- $B_2 = 2.10^{-7}\dfrac{I_2}{r_2} = 2.10^{-7}\dfrac{4}{4.10^{-2}}$

  $= 2.10^{-5}T$

– Cảm ứng từ tổng hợp: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$

Do $\vec{B}_1 \perp \vec{B}_2$ nên $B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = 2\sqrt{2}.10^{-5}$ (T)

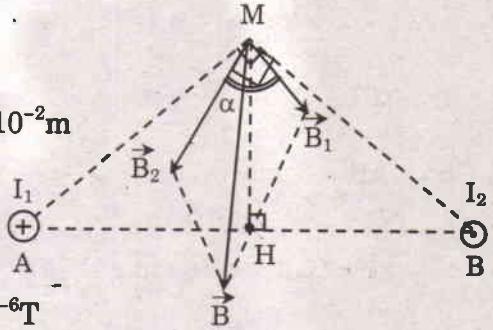
– Tìm phương của $\vec{B}$

Ta có: $\tan\beta = \dfrac{B_1}{B_2} = 1 \Rightarrow \beta = 45^0$

Vậy: $\vec{B}$
- Điểm đặt: tại M
- Phương hợp với MA một góc 45^0
- Chiều như hình vẽ
- Độ lớn $B = 2\sqrt{2}.10^{-5}T$

3. Cho $\begin{cases} AB = 8cm = 8.10^{-2}m \\ I_1 = 2A \\ I_2 = 4A \\ I_1, I_2 \text{ ngược chiều} \\ MH = 3cm = 4.10^{-2}m \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}}$ độ lớn B_M

Giải



– Tìm AM

$$AM = \sqrt{AH^2 + HM^2}$$
$$= \sqrt{9 + 16} = 5cm = 5.10^{-2}m$$

– Độ lớn B_1, B_2

- $B_1 = 2.10^{-7}\dfrac{I_1}{r_1}$

$$= 2.10^{-7}\frac{2}{5.10^{-2}} = 8.10^{-6}T$$

- $B_2 = 2.10^{-7}\dfrac{I_2}{r_2} = 2.10^{-7}\dfrac{4}{5.10^{-2}} = 16.10^{-6}T$

– Cảm ứng từ tổng hợp: $\vec{B} = \vec{B_1} + \vec{B_2}$

Bỏ vectơ: $B^2 = B_1^2 + B_2^2 + 2B_1B_2\cos\alpha$

+ Tìm α

- Ta thấy $\alpha = \widehat{B_2MH} + \widehat{B_1MH}$
- $\widehat{B_2MH} = \widehat{MBH}$ (sole trong)

Mà $\cos\widehat{MBH} = \dfrac{BH}{BM} = \dfrac{4}{5} = 0,8 \Rightarrow \widehat{MBH} = 36,87^0$

$$\Rightarrow \widehat{B_2MH} = \widehat{MBH} = 36,87^0$$

$$\Rightarrow \alpha = 73,74^0$$

$$\Rightarrow B^2 = (8.10^{-6})^2 + (16.10^{-6})^2 + 2.8.10^{-6}.16.10^{-6}.\cos(73,74^0)$$
$$= 10^{-12}[64 + 256 + 256.0,28]$$

$$\Rightarrow B = 19,8.10^{-6}\ (T)$$

4. Cho $\begin{cases} I_1 = I_2 = I_3 = 10A \\ I_1, I_2, I_3 \text{ cùng chiều} \\ MA = MB = MC = 2cm = 2.10^{-2}m \end{cases}$

Giải

– Nhận xét: do $I_1 = I_2 = I_3$ và $r_1 = r_2 = r_3 = 2cm$ nên
$B_1 = B_2 = B_3$

– Tính B_1, B_2, B_3

$$B_1 = B_2 = B_3 = 2.10^{-7}\frac{I_1}{r_1} = 2.10^{-7}\frac{10}{2.10^{-2}} = 10^{-4}T$$

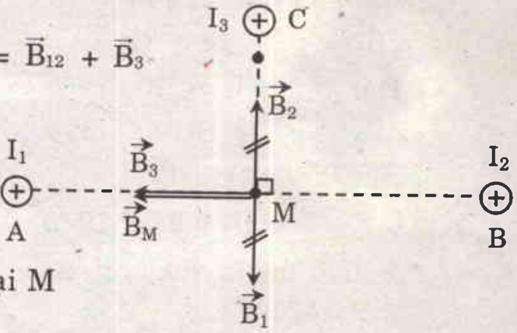
– Cảm ứng từ tổng hợp:

$$\vec{B}_M = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 = \vec{B}_{12} + \vec{B}_3$$

- $\vec{B}_{12} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$

Do $\begin{cases}\vec{B}_1 \uparrow\downarrow \vec{B}_2 \\ B_1 = B_2\end{cases} \Rightarrow B_{12} = 0$

$\Rightarrow B_M = B_3 = 10^{-4}T$



Vậy $\vec{B}_M$ có $\begin{cases}\text{– Điểm đặt: tại M} \\ \text{– Phương AB} \\ \text{– Chiều từ B} \rightarrow \text{A} \\ \text{– Độ lớn } B_M = 10^{-4}T\end{cases}$

5. Cho $\begin{cases}a = 20cm = 2.10^{-1}m \\ I_1 = I_2 = I_3 = 20A\end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} \begin{cases}\text{Cảm ứng từ tại O khi:} \\ \text{a) } I_1, I_2, I_3 \text{ cùng chiều} \\ \text{b) } I_1 \text{ ngược chiều với } I_2 \text{ và } I_3\end{cases}$

Giải

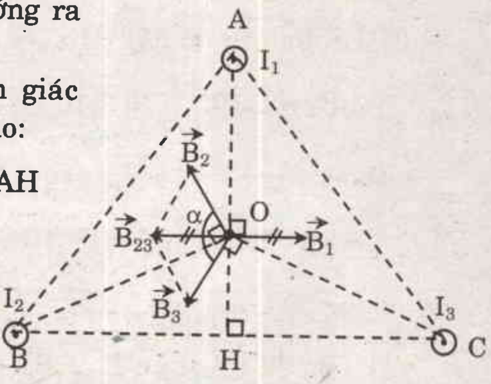
a) Trường hợp I_1, I_2, I_3 cùng hướng ra phía trước mặt phẳng hình vẽ

– *Nhận xét:* tâm O của tam giác là giao điểm của ba đường cao:

– Ta có: $AO = BO = CO = \frac{2}{3}AH$

Mà $AH = a\frac{\sqrt{3}}{2}$

$\Rightarrow AO = BO = CO = \frac{20}{\sqrt{3}}cm$



– Do $I_1 = I_2 = I_3$ và $r_1 = r_2 = r_3$ nên $B_1 = B_2 = B_3$.

- $B_1 = B_2 = B_3 = 2.10^{-7}\frac{I_1}{r_1} = 2.10^{-7}\frac{20}{\frac{20}{\sqrt{3}}.10^{-2}} = 2\sqrt{3}.10^{-4}T$

– Cảm ứng từ tổng hợp: $\vec{B}_0 = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3$

Đặt $\vec{B}_{23} = \vec{B}_2 + \vec{B}_3 \Rightarrow \vec{B}_0 = \vec{B}_{23} + \vec{B}_1$

Mà $\begin{cases} \vec{B}_1 \uparrow\downarrow \vec{B}_{23} \\ B_1 = B_{23} \end{cases}$ (Học sinh tự chứng minh) $\Rightarrow B_0 = 0$

b) Trường hợp I_1 hướng ra phía trước, I_2 và I_3 hướng ra phía sau

– Theo câu a thì $B_1 = B_2 = B_3 = 2\sqrt{3}.10^{-4}T$

– Cảm ứng từ tổng hợp:

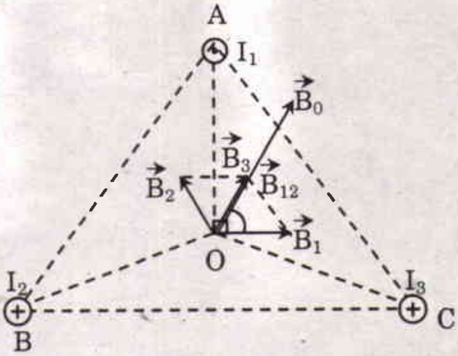
$\vec{B}_0 = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3$

+ Đặt $\vec{B}_{12} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$

$\Rightarrow \vec{B}_0 = \vec{B}_{12} + \vec{B}_3$

+ Xác định vectơ $\vec{B}_{12}$

- $B_{12} = B_1 = B_2 = 2\sqrt{3}.10^{-4}T$
- $\vec{B}_{12}$ có hướng hợp với $\vec{B}_1$ một góc 60^0
- $\vec{B}_3$ hợp với $\vec{B}_1$ một góc 60^0



$\Rightarrow \vec{B}_{12}$ cùng hướng với $\vec{B}_3$ (hai vectơ bằng nhau)

Vậy $B_0 = B_{12} + B_3 = 4\sqrt{3}.10^{-4}T$

6. Cho $\begin{cases} I = 4A \\ R = 3{,}14cm = 3{,}14.10^{-2}m \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} \vec{B}_0$

Giải

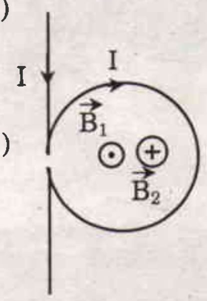
– *Nhận xét:* cảm ứng từ tại O là tổng hợp của hai vectơ cảm ứng từ:

+ Cảm ứng từ do dây dẫn thẳng dài gây ra tại O:

$$B_1 = 2.10^{-7}\frac{I}{R} = 2.10^{-7}\frac{4}{3{,}14.10^{-2}} = 2{,}55.10^{-5}(T)$$

+ Cảm ứng từ do vòng dây tròn gây ra tại O

$$B_2 = 2\pi.10^{-7}\frac{I}{R} = 2\pi.10^{-7}\frac{4}{3{,}14.10^{-2}} = 8.10^{-5}\ (T)$$



– Cảm ứng từ tổng hợp tại tâm: $\vec{B}_0 = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$

- Do $\vec{B}_1 \uparrow\downarrow \vec{B}_2$ nên $B_0 = B_2 - B_1 = 5{,}45.10^{-5}$ (T)

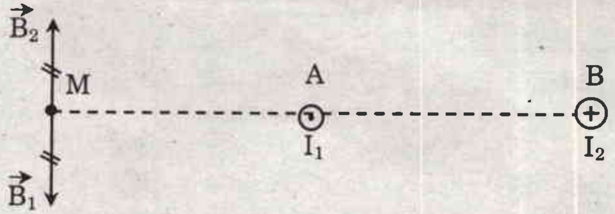
– Vậy $\vec{B}_0$ có
  - – Điểm đặt: tại O
  - – Phương vuông góc với mặt phẳng giấy
  - – Chiều hướng theo B_2
  - – Độ lớn $B = 5{,}45.10^{-5}T$

Dạng 2. Tìm tập hợp điểm

7. Cho $\begin{cases} AB = 12cm \\ I_1 = 4A \\ I_2 = 8A \\ I_1, I_2 \text{ ngược chiều} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}}$ tập hợp điểm để $\vec{B} = 0$

Giải

– Gọi M là một trong các điểm có vectơ cảm ứng từ tổng hợp triệt tiêu



– Để $\vec{B}_M = \vec{0} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{B}_1 \uparrow\downarrow \vec{B}_2 \\ B_1 = B_2 \end{cases}$

– Do $B_1 = B_2 \Leftrightarrow \frac{I_1}{r_1} = \frac{I_2}{r_2} \Leftrightarrow \frac{r_2}{r_1} = \frac{I_2}{I_1} = 2$

– Vì $r_2 > r_1$ nên $M \in$ tia đối AB

– Giải hệ $\begin{cases} r_2 = 2r_1 \\ r_2 - r_1 = 12 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r_1 = 12cm \\ r_2 = 24cm \end{cases}$

– Vì hai dây dài vô hạn nên có vô số điểm để cảm ứng từ tổng hợp triệt tiêu. Do đó, tập hợp điểm phải $\in$ đường thẳng Δ có đặc điểm:

$\begin{cases} \text{– Song song hai dây} \\ \text{– Thuộc mặt phẳng chứa hai dây và } (\Delta) \text{ nằm} \\ \text{cách dây } I_1 \text{ về phía trái một đoạn 12cm} \end{cases}$

8. Cho $\begin{cases} AB = 12cm \\ I_1 = 8A \\ I_2 = 4A \\ I_1, I_2 \text{ ngược chiều} \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}}$ tập hợp điểm để $\vec{B} = 0$

Giải

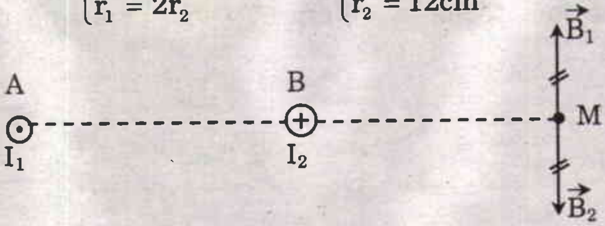
– Gọi M là một trong các điểm có cảm ứng từ tổng hợp triệt tiêu

– Để $\vec{B}_M = \vec{0} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{B}_1 \uparrow\downarrow \vec{B}_2 \\ B_1 = B_2 \end{cases}$

– Do $B_1 = B_2 \Leftrightarrow \dfrac{I_1}{r_1} = \dfrac{I_2}{r_2} \Leftrightarrow \dfrac{r_2}{r_1} = \dfrac{I_2}{I_1} = \dfrac{1}{2}$

– Vì $r_1 > r_2 \Rightarrow M \in$ tia đối BA (xem hình)

– Giải hệ $\begin{cases} r_1 - r_2 = 12cm \\ r_1 = 2r_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r_1 = 24cm \\ r_2 = 12cm \end{cases}$



– Vì hai dây dài vô hạn nên có vô số điểm để có cảm ứng từ tổng hợp triệt tiêu. Do đó, tập hợp điểm phải nằm trên đường thẳng (Δ) có đặc điểm:

– Song song hai dây
– Thuộc mặt phẳng chứa hai dây và (Δ) nằm cách dây I_2 về phía phải một đoạn 12cm

9. Cho $\begin{cases} AB = 8cm \\ I_1 = 2A \\ I_2 = 4A \\ I_1, I_2 \text{ ngược chiều} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \text{a) Xác định tập hợp điểm để } \vec{B}_1 = \vec{B}_2 \\ \text{b) Độ lớn } B_1 \end{cases}$

Giải

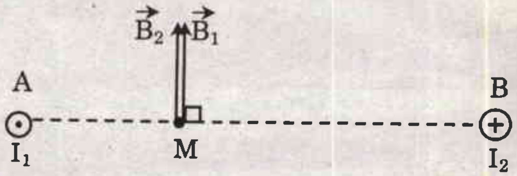
– Gọi M là một trong các điểm có $\vec{B}_1 = \vec{B}_2$

– Để $\vec{B}_1 = \vec{B}_2 \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{B}_1 \uparrow\uparrow \vec{B}_2 \\ B_1 = B_2 \end{cases}$

– Do $B_1 = B_2 \Leftrightarrow \dfrac{I_1}{r_1} = \dfrac{I_2}{r_2} \Leftrightarrow \dfrac{r_2}{r_1} = \dfrac{I_2}{I_1} = 2$

– Do $\vec{B}_1 \uparrow\uparrow \vec{B}_2$ nên $M \in$ đoạn AB (xem hình)

– Giải hệ $\begin{cases} r_1 + r_2 = 8cm \\ r_2 = 2r_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r_1 = \dfrac{8}{3}cm \\ r_2 = \dfrac{16}{3}cm \end{cases}$



– Vì hai dây dài vô hạn nên có vô số điểm để có cảm ứng từ của dây một bằng với dây hai.

Do đó, tập hợp điểm phải thuộc đường thẳng (Δ) có đặc điểm

$\begin{cases} \text{– Song song hai dây} \\ \text{– Thuộc mặt phẳng giới hạn hai dây và cách} \\ \text{dây } I_1 \text{ về phía phải một đoạn } \dfrac{8}{3}\text{cm} \end{cases}$

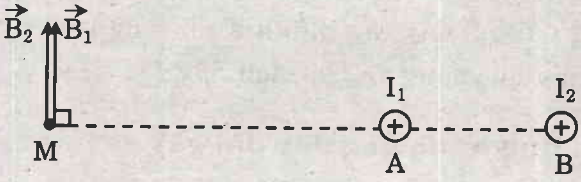
10. Cho $\begin{cases} I_1 = 4A \\ I_2 = 6A \\ I_1, I_2 \text{ cùng chiều} \\ AB = 16cm \end{cases}$ → Xác định tập hợp điểm để $\vec{B}_1 = \vec{B}_2$

Giải

– Để $\vec{B}_1 = \vec{B}_2 \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{B}_1 \uparrow\uparrow \vec{B}_2 \\ B_1 = B_2 \end{cases}$

– Do $B_1 = B_2 \Leftrightarrow \dfrac{I_1}{r_1} = \dfrac{I_2}{r_2} \Leftrightarrow \dfrac{r_2}{r_1} = \dfrac{I_2}{I_1} = \dfrac{3}{2}$

– Vì $r_2 > r_2$ nên M ∈ tia đối AB (xem hình)



– Giải hệ $\begin{cases} r_2 - r_1 = 16cm \\ r_2 = \dfrac{3}{2} r_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r_1 = 32cm \\ r_2 = 48cm \end{cases}$

– Vì hai dây dài vô hạn nên có vô số điểm để $\vec{B}_1 = \vec{B}_2$. Do đó, tập hợp điểm phải thuộc đường thẳng (Δ) có đặc điểm:

$\begin{cases} \text{– Song song hai dây} \\ \text{– Thuộc mặt phẳng chứa hai dây và (Δ) nằm} \\ \text{cách dây } I_1 \text{ về phía trái một đoạn 32cm} \end{cases}$

11. Cho $\begin{cases} AB = 10cm \\ I_1 = 1A \\ I_2 = \sqrt{3}A \\ I_1, I_2 \text{ cùng chiều} \end{cases}$ → tìm tập hợp điểm để $\begin{cases} \vec{B}_1 \perp \vec{B}_2 \\ B_1 = B_2 \end{cases}$

Giải

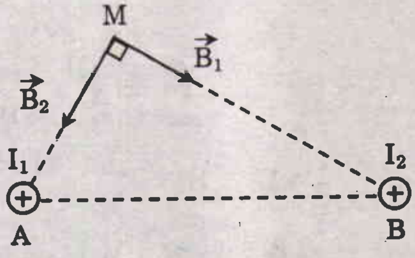
– Gọi M là trong các điểm có $\begin{cases} \vec{B}_1 \perp \vec{B}_2 \\ B_1 = B_2 \end{cases}$

– Để $\begin{cases} \vec{B}_1 \perp \vec{B}_2 \\ B_1 = B_2 \end{cases}$ thì ΔAMB vuông tại M (xem hình)

– Do $B_1 = B_2 \Leftrightarrow \frac{I_1}{r_1} = \frac{I_2}{r_2} \Leftrightarrow \frac{r_2}{r_1} = \frac{I_2}{I_1} = \sqrt{3}$

– Mà $\vec{B}_1 \perp \vec{B}_2$ nên $r_1^2 + r_2^2 = 100$

– Giải hệ $\begin{cases} r_2 = \sqrt{3}r_1 \\ r_1^2 + r_2^2 = 100 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r_1 = 5cm \\ r_2 = 5\sqrt{3}cm \end{cases}$



– Do hai dây dài vô hạn nên có vô số điểm để có $\begin{cases} \vec{B}_1 \perp \vec{B}_2 \\ B_1 = B_2 \end{cases}$. Do đó, tập hợp điểm phải thuộc đường thẳng (Δ) có đặc điểm:

$\begin{cases} \text{– song song hai dây} \\ \text{– (Δ) cùng với hai dây tạo thành hình lăng trụ có mặt} \\ \text{đáy là tam giác vuông và (Δ) cách dây. } I_1 = 5cm \end{cases}$

Dạng 3. Tìm cảm ứng từ do ống dây dài gây ra

12. Cho $\begin{cases} I = 2A \\ B = 8.10^{-3}(T) \\ l = 62,8cm = 62,8.10^{-2}m \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} N$

Giải

Áp dụng: $B = 4\pi.10^{-7}\frac{N}{l}I$

$\Leftrightarrow N = \frac{Bl}{4\pi.10^{-7}.I} = \frac{8.10^{-3}.62,8.10^{-2}}{4\pi.10^{-7}.I} = 2000$ vòng

13. Cho $\begin{cases} l = 50\text{cm} = 5.10^{-1}\text{m} \\ d = 4\text{cm} = 4.10^{-2}\text{m} \\ l_{\text{dây}} = 62{,}8\text{m} \\ I = 2\text{A} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} B$

Giải

– Áp dụng: $B = 4\pi.10^{-7}\dfrac{N}{l}.I$

+ Tìm N

- Quấn 1 vòng thì cần chiều dài sợi dây là $\pi.d$
- Quấn N vòng thì cần chiều dài sợi dây là $l_{\text{dây}}$

$$\Rightarrow B = 4\pi.10^{-7}\frac{N}{l}I = 4\pi.10^{-7}\frac{5.10^{2}}{5.10^{-1}}.2 = 8\pi.10^{-6}\text{T}$$

Vậy $B = 8\pi.10^{-6}\text{T}$

14. Cho $\begin{cases} d = 0{,}5\text{mm} = 5.10^{-4}\text{m} \\ I = 2\text{A} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} B$

Giải

Áp dụng: $B = 4\pi.10^{-7}\dfrac{N}{l}I$

+ Tìm N

- Vì số vòng dây quấn sát nhau nên chiều dài ống dây bằng tổng các đường kính sợi dây quấn.

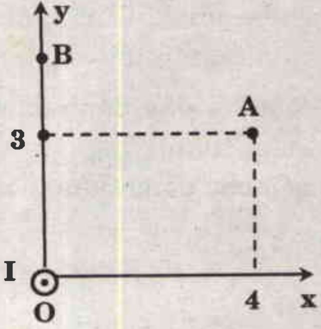
$$\Rightarrow l = d.N$$

$$\Rightarrow B = 4\pi.10^{-7}\frac{1}{d}I = 4\pi.10^{-7}\frac{1}{5.10^{-4}}.2 = 16\pi.10^{-4}\text{T}$$

Vậy $B = 16\pi.10^{-4}\text{T}$

III. Bài tập tương tự

1. Cho dòng điện thẳng I = 5A vuông góc với mặt phẳng Oxy như hình vẽ. Xác định cảm ứng từ tại điểm trên hệ trục: A(4, 3); B(0, 5)



Hướng dẫn

+ Tọa độ điểm A(4, 3):

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} = 5cm \Rightarrow r = 5cm$$

+ Tọa độ điểm B(0, 5):

$$r = 5cm$$

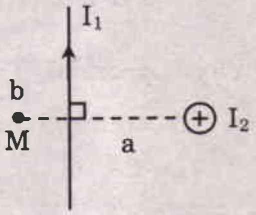
2. Cho hai dây dẫn thẳng dài vô hạn đặt song song cách nhau 10cm trong không khí có cường độ dòng điện $I_1 = I_2 = 5A$ chạy qua ngược chiều nhau. Xác định cảm ứng từ tại các điểm

a) Cách I_1 và I_2 = 5cm

b) Cách I_1 = 10cm; cách I_2 = 20cm

c) Cách I_1 và I_2 = 10cm

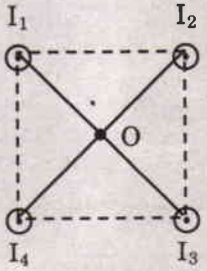
3. Cho $I_1 = I_2 = 2A$ chạy qua hai dây dẫn thẳng dài vô hạn đặt như hình vẽ. Xác định $\vec{B}_M$. Biết a = 2cm, b = 1cm



Hướng dẫn

$$B_M = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$$

4. Cho bốn dòng điện I = 10A chạy qua bốn dây dẫn thẳng dài vô hạn đặt như hình vẽ. Xác định B_0 nếu a = 5cm



5. Cho hai dây dẫn thẳng dài vô hạn đặt tại A, B cách nhau 10cm. Trong hai dây có hai dòng điện $I_1 = 2A$, $I_2 = 4A$ chạy qua ngược chiều nhau. Tìm cảm ứng từ do dây I_1 gây ra tại vị trí mà vectơ cảm ứng từ từ tổng hợp triệt tiêu.

6. Một sợi dây đồng dài 48cm, bên ngoài có phủ sơn cách điện mỏng quấn thành ống dây dài 5cm. Xác định cảm ứng từ trong ống dây, nếu cho dòng điện 0,5A chạy qua.

Bài 12. TƯƠNG TÁC GIỮA HAI DÒNG ĐIỆN THẲNG SONG SONG – LỰC TỪ TÁC DỤNG LÊN KHUNG DÂY MANG DÒNG ĐIỆN

I. Kiến thức cần nắm

– Hai dây dẫn song song mang dòng điện:

+ Cùng chiều: hút nhau

+ Ngược chiều: đẩy nhau

– Biểu thức lực tương tác:

$$F = 2.10^{-7}\frac{I_1I_2}{r}.l$$

Trong đó: • I_1, I_2(A): cường độ dòng điện qua hai dây

• r(m): khoảng cách giữa hai dây

• l(m): lực tác dụng lên l(m) dây

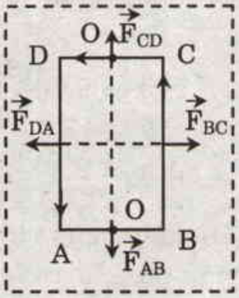
– Lực tác dụng lên 1m dây

$$F = 2.10^{-7}\frac{I_1I_2}{r}$$

– Lực từ tác dụng lên khung dây

+ Trường hợp $\vec{B} \perp$ mặt phẳng khung dây

• Các lực không làm cho khung quay.



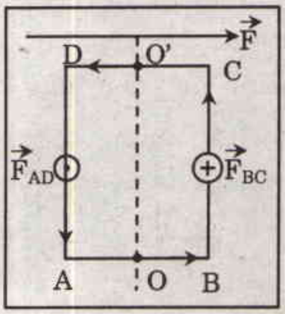
+ Trường hợp $\vec{B}$ nằm trong mặt phẳng khung

• Cặp lực $\vec{F}_{AD}$ và $\vec{F}_{BC}$ là một ngẫu lực làm khung dây quay xung quanh OO'

• Momem ngẫu lực từ

$$M = BIS$$

+ Trường hợp $\vec{B}$ không nằm trong mặt phẳng khung dây

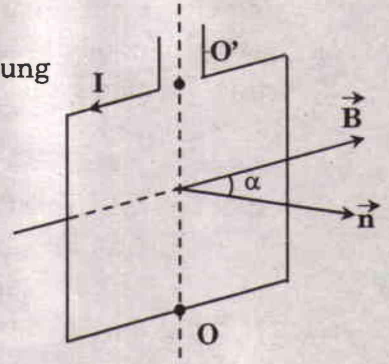


- Đưa ra vectơ pháp tuyến $\vec{n}$: có phương vuông góc mặt phẳng khung, chiều theo qui tắc đinh ốc hai (Quay đinh ốc theo chiều dòng điện trong khung thì chiều tiến của đinh ốc là chiều của $\vec{n}$)
- Momem ngẫu lực từ

$$M = BIS.\sin\alpha$$

Trong đó

$$\begin{cases} B(T): \text{Cảm ứng từ} \\ I(A): \text{Cường độ dòng điện qua khung} \\ \alpha = (\vec{B}, \vec{n}) \\ S(m^2): \text{Diện tích khung} \\ M: \text{Momen ngẫu lực} \end{cases}$$



- Nếu $\left[\begin{array}{l} \alpha = 0 \\ \alpha = \pi \end{array}\right. \Rightarrow M = 0$
- $\alpha = 90^0 \Rightarrow M = BIS$

II. Câu hỏi và bài tập cơ bản và nâng cao

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. Công thức nào dưới đây biểu diễn lực tương tác giữa hai dây dẫn song song mang dòng điện.

a. $F = 2\pi.10^{-7}\dfrac{I_1I_2}{r}l$ b. $F = 2.10^{7}\dfrac{I_1I_2}{r}l$

c. $F = 2.10^{-7}\dfrac{I_1I_2}{r^2}l$ d. $F = 2.10^{-7}\dfrac{I_1I_2}{r}l$

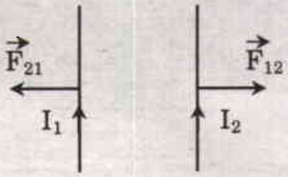
2. Cho hai dây dẫn mang dòng điện song song cùng chiều. Trong hai dây có hai dòng điện $I_1 = 2I_2$ chạy qua, lực tương tác giữa hai dây là:

a. Lực hút và có $F_{12} = 2F_{21}$ b. Lực hút và có $F_{12} = F_{21}$

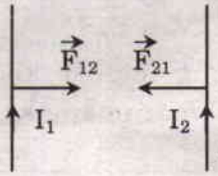
c. Lực đẩy và có $F_{12} = F_{21}$ d. Lực đẩy và có $F_{12} = 2F_{21}$

3. Hình nào dưới đây biểu diễn đúng lực tương tác giữa hai dây. Cho $I_1 = 2I_2$

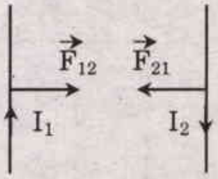
a)



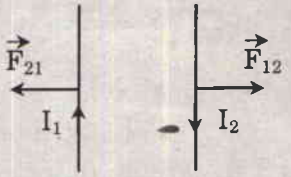
b)



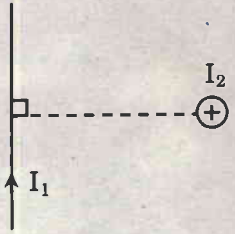
b)



a)



4. Cho hai dây dẫn đặt vuông góc nhau như hình vẽ. Trong dây có hai dòng điện I_1, $I_2 = 2I_1$ chạy qua, lực tương tác giữa hai dây là:



a. Lực hút và có $F_{12} = 2F_{21}$
b. Lực đẩy và có $F_{21} = 2F_{12}$
c. Lực hút và có $F_{12} = F_{21}$
d. Không tương tác

5. Cho hai dây dẫn mang dòng điện song song cùng chiều, đặt cách nhau 4cm. Trong hai dây có hai dòng điện $I_1 = I_2 = 2A$ chạy qua. Lực tương tác giữa hai dây là:

a. Lực hút và có độ lớn 2.10^{-7}N
b. Lực hút và có độ lớn 2.10^{-6}N
c. Lực đẩy và có độ lớn 2.10^{-5}N
d. Lực hút và có độ lớn 2.10^{-5}N

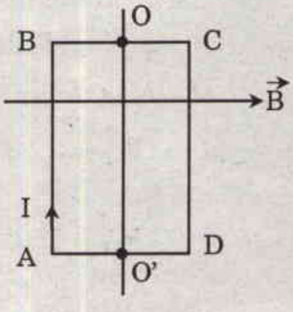
6. Cho hai dây dẫn mang dòng điện song song ngược chiều. Nếu giảm khoảng cách giữa hai dây một nửa thì lực tương tác giữa hai dây sẽ

a. không đổi
b. tăng gấp hai lần
c. giảm một nửa
d. tăng gấp 4 lần

7. Cho hai dây dẫn song song mang dòng điện ngược chiều, đặt cách nhau 2cm. Cho tổng cường độ dòng điện trong hai dây là 5A và lực tương tác giữa chúng là 4.10^{-5}N thì cường độ dòng điện trong mỗi dây là:

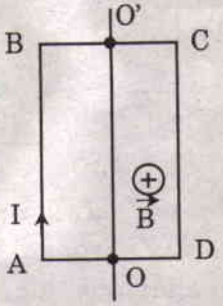
a. $I_1 = I_2 = 2A$
b. $I_1 = 3A$; $I_2 = 2A$
c. $I_1 = 2A$; $I_2 = 3A$
d. $I_1 = 2A$; $I_2 = 3A$ hoặc $I_1 = 3A$; $I_2 = 2A$

8. Cho khung dây ABCD đặt trong từ trường đều, có các đường cảm ứng từ song song mặt phẳng khung dây như hình vẽ. Khi cho dòng điện qua khung thì khung dây sẽ:



a. ở vị trí cân bằng bền
b. ở vị trí cân bằng không bền
c. quay theo chiều kim đồng hồ
d. quay xung quanh trục OO'

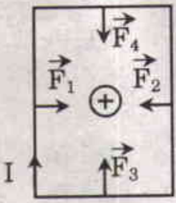
9. Cho khung dây ABCD đặt trong từ trường đều, có các đường cảm ứng từ hướng từ ngoài vào trong. Khi cho dòng điện qua khung theo chiều kim đồng hồ thì khung dây sẽ


O'
B
C
I
$\vec{B}$
A
O
D

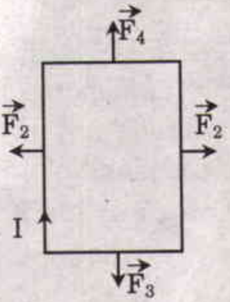
a. Quay xung quanh trục OO'
b. Ở vị trí cân bằng bền
c. Ở vị trí cân bằng không bền
d. Quay xung quanh trục OO' theo chiều từ tây sang đông

10. Hình vẽ nào dưới đây biểu diễn đúng lực từ tác dụng lên khung dây.

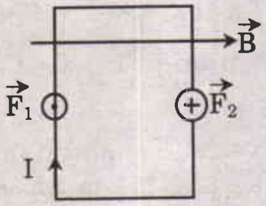
a)


$\vec{F}_4$
$\vec{F}_1$
$\vec{F}_2$
I
$\vec{F}_3$

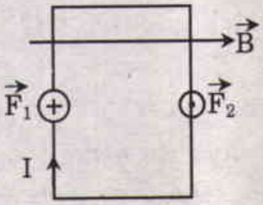
b)


$\vec{F}_4$
$\vec{F}_2$
$\vec{F}_2$
I
$\vec{F}_3$

c)


$\vec{B}$
$\vec{F}_1$
$\vec{F}_2$
I

d)


$\vec{B}$
$\vec{F}_1$
$\vec{F}_2$
I

B. Bài tập cơ bản và nâng cao

Dạng 1: Xác định lực tương tác của nhiều dây dẫn mang dòng điện lên một dây dẫn mang dòng điện

Phương pháp

Bước 1: Xác định xem lực tác dụng lên dây nào

Bước 2: Xác định độ lớn các lực thành phần

VD: lực do I_2, I_3 tác dụng lên dây I_1

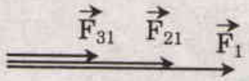
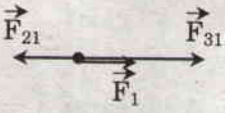
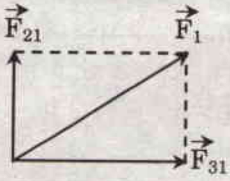
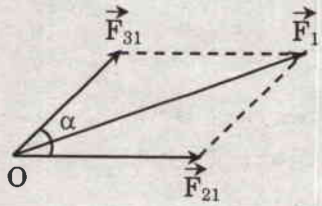
$$F_{21} = 2.10^{-7}\frac{I_2I_1}{r_{21}}l$$

$$F_{31} = 2.10^{-7}\frac{I_3I_1}{r_{31}}l$$

Bước 3: Vẽ các vectơ lực

- Nếu I_1, I_3 ngược chiều thì vẽ lực hướng vào (lực hút)
- Nếu I_1, I_2 cùng chiều thì lực hướng ra (lực đẩy)

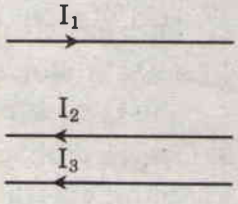
Bước 4: Tổng hợp lực: $\vec{F}_1 = \vec{F}_{31} + \vec{F}_{21}$

- Nếu  thì $F_1 = F_{31} + F_{21}$
$\vec{F}_{31}$
$\vec{F}_{21}$
$\vec{F}_1$
- Nếu  thì $F_1 = F_{31} - F_{21}$
$\vec{F}_{21}$
$\vec{F}_{31}$
$\vec{F}_1$
- Nếu  thì $F_1 = \sqrt{F_{21}^2 + F_{31}^2}$
$\vec{F}_{21}$
$\vec{F}_1$
$\vec{F}_{31}$
- Nếu 
$\vec{F}_{31}$
$\vec{F}_1$
α
O
$\vec{F}_{21}$

thì $F_1^2 = F_{21}^2 + F_{31}^2 + 2F_{21}.F_{31}.\cos\alpha$ với $\alpha = \left(\widehat{\vec{F}_{31}, \vec{F}_{21}}\right)$

Bước 5: Tìm phương của lực tổng hợp

Bước 6: Kết luận chung về lực tổng hợp

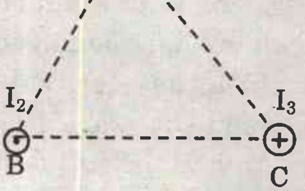


1. Có ba dòng điện thẳng song song $I_1 = 12A$, $I_2 = 6A$, $I_3 = 4A$. Khoảng cách giữa dây I_1, I_2 bằng 40cm; giữa dây I_2, I_3 bằng 20cm. Hãy xác định lực từ tác dụng lên mỗi đơn vị dài của:

a) dòng điện I_1

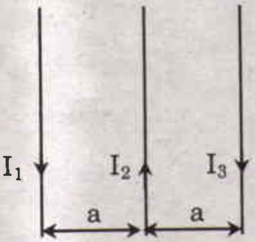
b) dòng điện I_2

c) dòng điện I_3



2. Ba dây dẫn thẳng dài đặt song song cách đều nhau, khoảng cách giữa hai dây là 10cm. Dòng điện trong ba dây có chiều như hình vẽ. $I_1 = 10A$, $I_2 = I_3 = 20A$. Xác định lực tác dụng lên mỗi mét dây mang dòng điện I_1

3. Ba dây dẫn thẳng dài đặt song song trong cùng một mặt phẳng thẳng đứng có khoảng cách a = 10cm như hình vẽ. Dây 1 và dây 3 được giữ cố định, có dòng điện $I_1 = 2I_3 = 8A$ đi qua. Dây 2 tự do có dòng điện $I_2 = 5A$ đi qua.



a) Xác định lực từ tác dụng lên mỗi mét dây I_2

b) Cho biết chiều di chuyển của dây 2

4. Qua ba đỉnh của một tam giác đều. ABC cạnh a = 10cm, đặt ba dây dẫn thẳng dài vuông góc với mặt phẳng (ABC), có dòng điện I = 10A cùng chiều chạy qua. Tại chân đường cao AH đặt dòng điện I_4 mang dòng điện ngược chiều với I_1, I_2, I_3. Xác định lực từ tác dụng lên mỗi mét dây I_4. Cho $I_4 = 5A$

Dạng 2: Lực tổng hợp triệt tiêu

Phương pháp:

– Sử dụng tính chất $\vec{F}_{hL}$ triệt tiêu

– $$\vec{F}_{hL} = \vec{0} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{F}_{21} \uparrow\downarrow \vec{F}_{31} \\ F_{21} = F_{31} \end{cases} \quad (*)$$

– Sử dụng thông tin của hệ thức (*) để tìm các đại lượng đề yêu cầu

5. Cho ba dây dẫn thẳng dài đặt song song trong cùng một mặt phẳng đứng, khoảng cách giữa dây I_1 và I_3 là 60cm. Dây I_1 và I_3 được giữ cố định có dòng điện $I_1 = 2I_3$ đi qua. Dây I_2 để tự do, muốn không cho dây I_2 di chuyển thì dây I_2 phải đặt ở vị trí nào. Cho I_1 và I_3 cùng chiều, I_2 ngược chiều I_1

6. Qua ba đỉnh của một tam giác đều ABC, cạnh 10cm đặt ba dây dẫn thẳng dài vuông góc mặt phẳng ABC, có dòng điện I = 10A cùng chiều chạy qua. Tại chân đường cao AH, cần phải đặt dây dẫn mang dòng điện I_4 như thế nào để lực từ tổng hợp tác dụng lên dây đặt tại A triệt tiêu

7. Qua ba đỉnh của một tam giác đều ABC, cạnh 10cm đặt ba dây dẫn thẳng dài vuông góc mặt phẳng (ABC), có dòng điện I = 10A cùng chiều chạy qua. Tại chân đường cao AH, có dòng điện I = 10A cùng chiều chạy qua. Hỏi cần phải đặt một dòng điện thẳng dài có độ lớn như thế nào ở đâu để bốn dòng điện ở trạng thái cân bằng

Dạng 3: Momem của lực từ tác dụng lên khung

Phương pháp

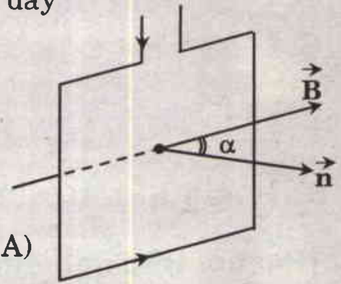
Gọi $\vec{n}$ là vectơ pháp tuyến của khung dây

+ Nếu $\vec{B} \perp \vec{n}$ thì $M = BIS$

+ Nếu $\left(\widehat{\vec{B},\vec{n}}\right) = \alpha$ thì $M = BIS.\sin\alpha$

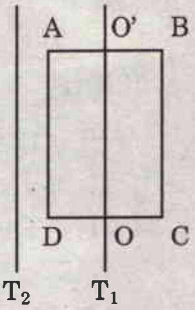
Trong đó:

- M là momem lực từ (N.m)
- I cường độ dòng điện qua khung (A)
- S diện tích khung dây (m^2)



8. Cho một khung dây hình vuông cạnh a. Khung dây đặt trong từ trường đều, đường sức từ song song mặt phẳng khung dây. Tính momem của lực từ tác dụng lên các cạnh của khung đối với hai trục quay T_1, T_2. Cho biết dòng điện trong khung có cường độ I

Áp dụng bằng số với a = 10cm, I = 5A, B = 0,4T



9. Khung dây hình chữ nhật diện tích $S = 25cm^2$ gồm N = 10 vòng dây nối tiếp có cường độ I = 2A đi qua mỗi vòng. Khung dây đặt thẳng đứng trong từ trường đều có $\vec{B}$ nằm ngang B = 0,4T. Tính momem lực từ tác dụng lên khung dây khi

a) $\vec{B}$ song song mặt phẳng khung dây

b) $\vec{B}$ vuông góc mặt phẳng khung dây

10. Khung dây hình chữ nhật kích thước AB = a = 10cm; BC = b = 5cm gồm N = 20 vòng nối tiếp nhau có thể quay quanh cạnh AB thẳng đứng. Khung có dòng điện I = 1A đi qua mỗi vòng dây và đặt trong từ trường đều có $\vec{B}$ nằm ngang hợp với vectơ pháp tuyến $\vec{n}$ một góc 30^0 và B = 0,5T. Tính momem lực từ tác dụng lên khung dây.

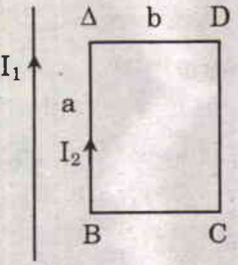
11. Khung dây hình chữ nhật có cạnh a và b được đặt gần một dòng điện thẳng dài vô hạn có cường độ I_1. Khung dây và dòng điện cùng nằm trong một mặt phẳng. Cạnh AB song song với I_1 cà cách I_1 một đạn d. Xác định phương, chiều và độ lớn của lực tác dụng lên khung dây nếu trong khung dây có dòng điện I_2 chạy qua.

Áp dụng bằng số:

$I_1 = 20A$, $I_2 = 10A$

$a = 10cm$, $b = 5cm$

$d = 2cm$



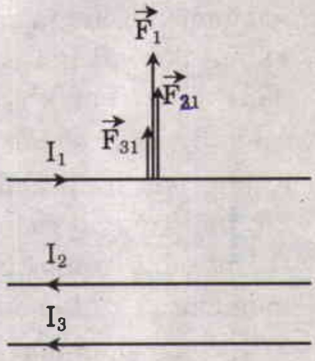
III. Hướng dẫn trả lời và giải bài tập

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. d	**2.** b	**3.** d	**4.** d	**5.** d
6. b	**7.** d	**8.** d	**9.** b	**10.** d

B. Bài tập

$$\text{1. Cho}\begin{cases} I_1 = 12A \\ I_2 = 6A \\ I_3 = 4A \\ r_{12} = 40cm = 4.10^{-1}m \\ r_{23} = 20cm = 2.10^{-1}m \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} \begin{cases} a)\ \vec{F}_1 \\ b)\ \vec{F}_2 \\ c)\ \vec{F}_3 \end{cases}$$



Giải

a) Xác định lực tác dụng lên dây I_1

- Tìm độ lớn lực F_{21}, F_{31}
- $F_{21} = 2.10^{-7}\dfrac{I_2I_1}{r_{21}} = 2.10^{-7}\dfrac{6.12}{4.10^{-1}} = 36.10^{-6}N$
- $F_{31} = 2.10^{-7}\dfrac{I_3I_1}{r_{31}} = 2.10^{-7}\dfrac{4.12}{6.10^{-1}} = 16.10^{-6}N$

– Lực tổng hợp:

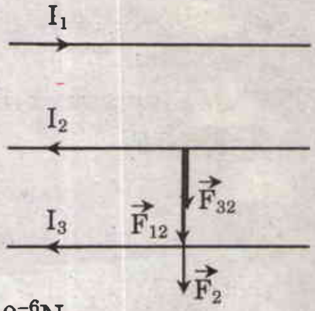
$\vec{F}_1 = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31}$

– Do $\vec{F}_{21} \uparrow\uparrow \vec{F}_{31}$ nên $F_1 = F_{21} + F_{31} = 52.10^{-6}N$

$$\text{Vậy } \vec{F}_1 \text{ có}\begin{cases} \text{– Điểm đặt trên dây } I_1 \\ \text{– Phương vuông góc dây } I_1 \\ \text{– Chiều hướng lên trên} \\ \text{– Độ lớn } F_1 = 84.10^{-6}N \end{cases}$$

b) Xác định lực tác dụng lên dây I_2

– Tìm độ lớn F_{12}, F_{32}



- $F_{12} = 2.10^{-7}\dfrac{I_1I_2}{r_{12}} = 2.10^{-7}\dfrac{12.6}{4.10^{-1}}$

  $= 36.10^{-6}N$

- $F_{32} = 2.10^{-7}\dfrac{I_3I_2}{r_{32}} = 2.10^{-7}\dfrac{4.6}{2.10^{-1}}$

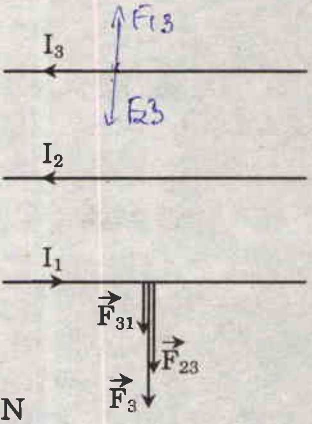
  $= 24.10^{-6}N$

– Lực tổng hợp: $\vec{F}_2 = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{32}$

Do $\vec{F}_{12} \uparrow\uparrow \vec{F}_{32}$ nên $F_2 = F_{12} + F_{32} = 12.10^{-6}N$

Vậy $\vec{F}_2$ có
- Điểm đặt trên dây I_2
- Phương vuông góc dây I_2
- Chiều hướng xuống
- Độ lớn $F_1 = 60.10^{-6}N$

c) Xác định lực tác dụng lên dây I_3



– Tìm độ lớn F_{13}, F_{23}

- $F_{13} = 2.10^{-7}\dfrac{I_1I_3}{r_{13}} = 2.10^{-7}\dfrac{12.4}{6.10^{-1}}$

  $= 16.10^{-6}N$

- $F_{23} = 2.10^{-7}\dfrac{I_2I_3}{r_{23}} = 2.10^{-7}\dfrac{4.6}{2.10^{-1}}$

  $= 24.10^{-6}N$

– Lực tổng hợp: $\vec{F}_3 = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23}$

Do $\vec{F}_{13} \uparrow\uparrow \vec{F}_{23}$ nên $F_3 = F_{13} + F_{23} = 40.10^{-6}N$

Vậy $\vec{F}_3$ có
- Điểm đặt trên dây I_3
- Phương vuông góc dây I_3
- Chiều hướng xuống
- Độ lớn $F_1 = 40.10^{-6}N$

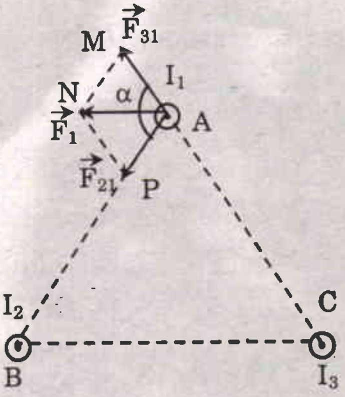
2. Cho $\begin{cases} a = 10cm \\ I_1 = 10A \\ I_2 = I_3 = 20A \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} \vec{F}_1$

Giải

– Tìm độ lớn lực F_{21}, F_{31}

- $F_{21} = 2.10^{-7}\dfrac{I_2I_1}{r_{21}} = 2.10^{-7}\dfrac{420.10}{10^{-1}} = 4.10^{-4}(N)$

- $F_{31} = 2.10^{-7}\dfrac{I_3I_1}{r_{31}} = 2.10^{-7}\dfrac{20.10}{10^{-1}} = 4.10^{-4}(N)$



- Lực tổng hợp: $\vec{F}_1 = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31}$

$\Rightarrow F_1^2 = F_{21}^2 + F_{31}^2 + 2F_{21}.F_{31}.\cos\alpha$

$= 2F_{21}^2(1 + \cos\alpha)$

$= 2F_{21}^2(1 + \cos120^0) = F_{21}^2$

$\Rightarrow F_1 = F_{21} = 4.10^{-4}(N)$

– Phương $\vec{F}_1$

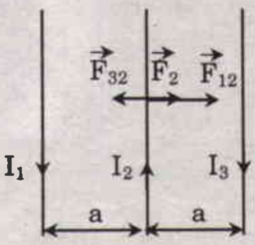
Do tứ giác AMNP là hình thoi nên AN là phân giác của góc $\widehat{MAP} \Rightarrow \widehat{NAP} = 60^0$

$\Rightarrow$ Phương của $\vec{F}_1$ hợp với AB một góc 60^0 hay song song với BC

– Vậy: $\vec{F}_1$ có
- Điểm đặt trên dây I_1
- Phương song song BC
- Chiều từ C → B
- Độ lớn $F_1 = 4.10^{-4}N$

3. Cho
$a = 10cm = 10^{-1}m$
$I_1 = 8A$
$I_3 = 4A$
$I_2 = 5A$
→ a) Xác định $\vec{F}_2$
b) Chiều dịch chuyển dây I_2

Giải



– Tìm độ lớn F_{12}, F_{32}

+ $F_{12} = 2.10^{-7}\dfrac{I_1I_2}{r_{12}} = 2.10^{-7}\dfrac{8.5}{10^{-1}} = 8.10^{-5}(N)$

+ $F_{32} = 2.10^{-7}\dfrac{I_3I_2}{r_{32}} = 2.10^{-7}\dfrac{4.5}{10^{-1}} = 4.10^{-5}(N)$

– Lực tổng hợp: $\vec{F}_2 = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{32}$

Do $\vec{F}_{12} \uparrow\downarrow \vec{F}_{32}$ nên

$F_2 = F_{12} - F_{32} = 4.10^{-5}(N)$

Vậy $\vec{F}_2$ có
- Điểm đặt trên dây I_2
- Phương vuông góc dây I_2
- Chiều theo chiều $\vec{F}_{12}$
- Độ lớn $F_2 = 4.10^{-5}N$

b) Chiều dịch chuyển dây I_2

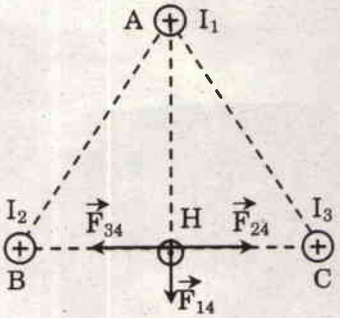
Do $\vec{F}_2$ hướng sang phải nên dây I_2 dịch chuyển sang phải

4. Cho $\begin{cases} a = 10cm = 10^{-1}m \\ I_1 = I_2 = I_3 = 10A \\ I_4 = 5A \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} \vec{F}_4$

Giải

- $AH = \dfrac{a}{\sqrt{3}} = \dfrac{10^{-1}}{\sqrt{3}}m$

– Tìm F_{14}, F_{24}, F_{34}



- $F_{14} = 2.10^{-7}\dfrac{I_1I_4}{r_{14}} = 2.10^{-7}\dfrac{10.5.\sqrt{3}}{10^{-1}}$

$= \sqrt{3}.10^{-4}(N)$

- $F_{24} = 2.10^{-7}\dfrac{I_2I_4}{r_{24}} = 2.10^{-7}\dfrac{10.5}{5.10^{-2}}$

$= 2.10^{-4}(N)$

- $F_{34} = F_{24} = 2.10^{-4}(N)$

– Lực tổng hợp: $\vec{F}_4 = \vec{F}_{14} + \vec{F}_{24} + \vec{F}_{34}$

Do $\begin{cases} \vec{F}_{24} \uparrow\downarrow \vec{F}_{34} \\ F_{24} = F_{34} \end{cases}$ nên $F_4 = F_{14} = \sqrt{3}.10^{-4}(N)$

Vậy $\vec{F}_4$ có $\begin{cases} \text{– Điểm đặt trên dây } I_4 \\ \text{– Phương vuông góc BC} \\ \text{– Chiều từ } A \rightarrow H \\ \text{– Độ lớn } F_2 = \sqrt{3}.10^{-4}N \end{cases}$

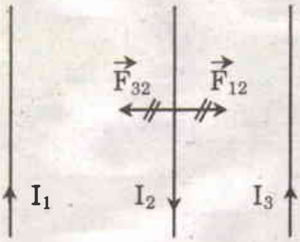
Dạng 2: Lực tổng hợp triệt tiêu

5. Cho $\begin{cases} r_{13} = 60cm \\ I_1 = 2I_3 \\ I_1 \text{ và } I_3 \text{ cùng chiều} \\ I_2 \text{ ngược chiều } I_1 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}}$ vị trí dây 2

Giải

– Để dây I_2 không dịch chuyển thì lực tổng hợp tác dụng lên dây I_2 phải triệt tiêu, tức là

$$\vec{F}_{12} + \vec{F}_{32} = \vec{0} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{F}_{12} \uparrow\downarrow \vec{F}_{32} \\ F_{12} = F_{32} \end{cases}$$



⇒ Dây I_2 phải đặt trong mặt phẳng giới hạn giữa I_1 và I_3

– Do $F_{12} = F_{32} \Leftrightarrow \dfrac{I_1}{r_{12}} = \dfrac{I_3}{r_{32}}$

$$\Leftrightarrow \frac{r_{32}}{r_{12}} = \frac{I_3}{I_1} = \frac{1}{2}$$

– Giải hệ $\begin{cases} r_{12} + r_{32} = 60 \\ r_{12} = 2r_{32} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r_{12} = 40cm \\ r_{32} = 20cm \end{cases}$

Vậy dây I_2 cách dây I_1 40cm

6. Cho $\begin{cases} a = 10cm = 10^{-1}m \\ I_1 = I_2 = I_3 = 10A \end{cases} \rightarrow$ Tìm I_4

Giải

– Giả sử I_1, I_2, I_3 đều hướng vào trong

+ Xác định lực tổng hợp tác dụng lên I_1 khi chưa đặt dây I_4

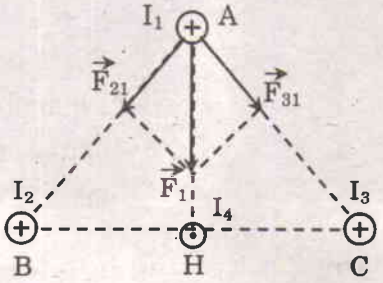
- $F_{21} = 2.10^{-7}\dfrac{I_2I_1}{r_{21}} = 2.10^{-7}\dfrac{10.10}{10^{-1}} = 2.10^{-4}(N)$
- $F_{31} = 2.10^{-7}\dfrac{I_3I_1}{r_{31}} = 2.10^{-7}\dfrac{10.10}{10^{-1}} = 2.10^{-4}(N)$
- Lực tổng hợp tác dụng lên I_1:

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31}$$

$$\Rightarrow F_1^2 = F_{21}^2 + F_{31}^2 + 2F_{21}.F_{31}\cos\alpha$$

$$= 2F_{21}^2(1 + \cos\alpha)$$

$$= 2F_{21}^2(1 + \cos60^0) = 3F_{21}^2$$



- $F_1 = F_{21}.\sqrt{3} = 2\sqrt{3}\,10^{-4}N$

+ Lực tác dụng lên dây I_1 có:

$\begin{cases} \text{– Điểm đặt trên dây } I_1 \\ \text{– Phương vuông góc BC} \\ \text{– Chiều từ } A \rightarrow H \\ \text{– Độ lớn } F_2 = 2\sqrt{3}.10^{-4}N \end{cases}$

– Khi đặt dây I_4

- Gọi $\vec{F}_{41}$ là lực do I_4 tác dụng lên dây I_1

– Để lực tác dụng lên dây I_1 triệt tiêu thì:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_{41} = \vec{0} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{F}_1 \uparrow\downarrow \vec{F}_{41} \\ F_1 = F_{41} \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Dây I_4 phải đặt song song với ba dây còn lại và có chiều ngược với I_1

– Cường độ dòng I_4:

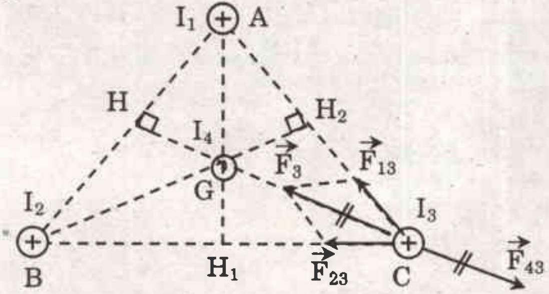
Do $F_1 = F_{41} \Leftrightarrow 2\sqrt{3}\,10^{-4}N = 2.10^{-7}\dfrac{I_1I_4}{AH}$

$$\text{Với} \begin{cases} I_1 = 10A \\ AH = \dfrac{a}{\sqrt{3}} = \dfrac{10^{-1}}{\sqrt{3}} \end{cases} \Rightarrow I_4 = 10A$$

7. Cho $\begin{cases} a = 10cm = 10^{-1}m \\ I_1 = I_2 = I_3 = 10A \end{cases}$ → vị trí đặt I_4 để I_1, I_2, I_3, I_4 cân bằng

Giải

– Giả sử 3 dòng điện đặt tại 3 đỉnh của ΔABC đều có chiều như hình vẽ:



– Xét điều kiện cân bằng của dòng I_3

- $F_{13} = 2.10^{-7}\dfrac{I_1I_3}{r_{13}} = 2.10^{-7}\dfrac{10.10}{10^{-1}} = 2.10^{-4}(N)$
- $F_{23} = F_{13} = 2.10^{-4}(N)$
- Hợp lực tác dụng lên I_3: $\vec{F}_3 = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23}$

$\Rightarrow F_3^2 = F_{13}^2 + F_{23}^2 + 2F_{13}.F_{23}\cos 60^0$

$\Leftrightarrow F_3^2 = 2F_{13}^2(1 + \cos 60^0)$

$$F_3^2 = 2F_{13}^2\left(1 + \frac{1}{2}\right) = F_{13}^2.3$$

$\Rightarrow F_3 = \sqrt{3}\,F_{13} = 2\sqrt{3}\,.10^{-4}N.$

$$\text{Vậy } \vec{F}_3 \text{ có đặc điểm} \begin{cases} \text{– Điểm đặt trên dây } I_3 \\ \text{– Phương nằm trên phân giác trong của C} \\ \text{– Chiều từ } C \rightarrow H \\ \text{– Độ lớn } F_3 = 2\sqrt{3}.10^{-4}\text{N} \end{cases}$$

⇒ Để I_3 cân bằng ta phải đặt dây I_4 vuông góc với HC và đi qua HC (1)

– Xét điều kiện cân bằng của I_1

• $F_{21} = F_{31} = 2.10^{-4}(N)$

Tương tự $\vec{F}_1$ có đặc điểm

$$\begin{cases} \text{– Điểm đặt trên dây } I_1 \\ \text{– Phương nằm trên phân giác trong của B} \\ \text{– Chiều từ } A \rightarrow H_1 \\ \text{– Độ lớn } F_3 = 2\sqrt{3}.10^{-4}\text{N} \end{cases}$$

⇒ Để I_1 cân bằng thì I_4 vuông góc AH_1 và đi qua AH_1 (2)

– Tương tự khi xét điều kiện cân bằng của I_2 thì I_4 phải vuông góc BH_2 và đi qua BH_2 (3)

– Từ (1), (2), (3) ⇒ I_4 phải đặt tại tâm của tam giác ABC và vuông góc với mặt phẳng ABC, chiều ngược với I_1, I_2 và I_3

– Độ lớn I_4

Do I_3 cân bằng: $F_{34} = F_3 \Leftrightarrow 2.10^{-7}\dfrac{I_3I_4}{r_{34}} = 2\sqrt{3}.10^{-4}$

Với $r_{34} = CG = \dfrac{2}{3}AH = \dfrac{2}{3}a\dfrac{\sqrt{3}}{2} = \dfrac{a}{\sqrt{3}} = \dfrac{10}{\sqrt{3}}\text{cm} = \dfrac{10^{-1}}{\sqrt{3}}\text{m}$

$$\Rightarrow I_4 = \frac{\sqrt{3}.\sqrt{34}}{I_3.10^{-3}} = \frac{\sqrt{3}.\dfrac{10^{-1}}{\sqrt{3}}}{10.10^{-3}} = 10A$$

Vậy I_4 có các yếu tố

$$\begin{cases} \text{– Đặt vuông góc với mặt phẳng ABC tại tâm G} \\ \text{– Chiều ngược với } I_1, I_2, I_3 \\ \text{– } I_4 = 10A \end{cases}$$

Dạng 3: Momen lực từ tác dụng lên khung

8. Cho $\begin{cases} a = 10cm = 10^{-1}m \\ I = 5A \\ B = 0{,}4T \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} M?$

Giải

* Trường hợp với trục quay là T_1

– Hai cạnh AB và CD

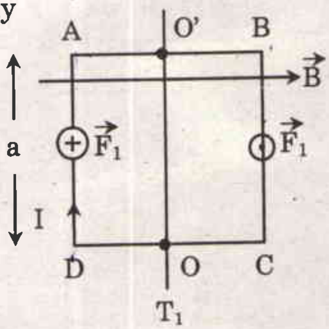
Vì AB và CD có I song song với $\vec{B}$ nên:

$$F_{AB} = F_{CD} = 0$$

– Hai cạnh AD và BC có I vuông góc với $\vec{B}$ nên:

$$F_{AD} = F_{BC} = BIa$$

– Cặp lực F_{AD} và F_{BC} làm khung quay cùng chiều nên gây ra momen:



$$M = F_{AD}.\frac{a}{2} + F_{BC}.\frac{a}{2}$$

$$= BIa.\frac{a}{2} + BIa.\frac{a}{2} = BIa^2 = BIS$$

Vậy M = BIS

* Trường hợp lực quay là T_2

– Tương tự trên:

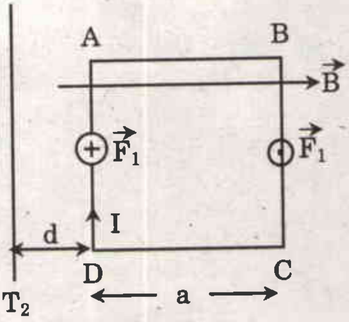
- $F_{AB} = F_{CD} = 0$
- $F_{AD} = F_{BC} = BIa$

– Đối với trục quay là T_2 thì cặp lực F_{AD} và F_{BC} làm khung quay ngược chiều nhau, do đó momen bằng:

$M = F_{CB}(d + a) - F_{AD}.d$ vì

$F_{CB} = F_{AD}$ nên:

$M = F_{CB}.a = BIa.a = BIS$



Vậy M = BIS

Thay số: $M = 0,4.5.(10^{-1})^2 = 2.10^{-2}$ (N.m)

9. Cho $\begin{cases} N = 10 \text{ vòng} \\ S = 25cm^2 = 25.10^4 m^2 \\ B = 0,4T \\ I = 2A \end{cases} \xrightarrow{\text{Tính}} \begin{cases} a)\ M = ?\ \text{khi}\ \alpha = 90^0 \\ b)\ M = ?\ \text{khi}\ \alpha = 0^0 \end{cases}$

Giải

a) Khi $\alpha = 90^0$

$M = NBIS = 10.0,4.2.25.10^{-4} = 2.10^{-2}$N.m

Vậy $M = 2.10^{-2}$(N.m)

b) khi $\alpha = 0^0$

$M = NBIS.\sin\alpha = 10.0,4.2.25.10^{-4}.0 = 0N.m$

Vậy $M = 0$

10. Cho $\begin{cases} a = 10cm = 10^{-1}m \\ b = 5cm = 5.10^{-2}m \\ N = 20 \text{ vòng} \\ I = 1A \\ B = 0,5T \\ \alpha = 30^0 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} M?$

Giải

Áp dụng

$M = N.B.I.S.\sin\alpha$ với $S = a.b = 5.10^{-3}m^2$

$= 20.0,5.5.10^{-3}.\frac{1}{2} = 2,5.10^{-2}N.m$

Vậy $M = 2,5.10^{-2}N.m$

11. Cho $\begin{cases} I_1 = 20A \\ I_2 = 10A \\ a = 10cm = 10^{-1}m \\ b = 5cm = 5.10^{-2}m \\ d = 2cm = 2.10^{-2}m \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} \vec{F}?$

Giải

– Lực từ tác dụng lên khung:

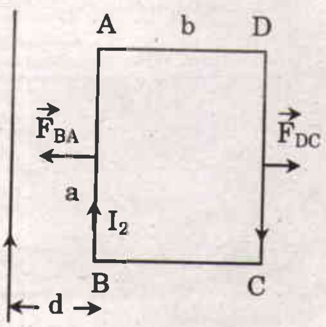
$$\vec{F} = \vec{F}_{BA} + \vec{F}_{DC} + \vec{F}_{CB} + \vec{F}_{AD}$$

- Vì cặp lực tác dụng lên hai cạnh AD và BC cùng phương, ngược chiều, độ lớn bằng nhau nên tổng

$\vec{F}_{CB} + \vec{F}_{AD} = \vec{0}$

$\Rightarrow \vec{F} = \vec{F}_{BA} + \vec{F}_{DC}$

- $F_{BA} = 2.10^{-7}\frac{I_1I_2}{d}.a$
- $F_{DC} = 2.10^{-7}\frac{I_1I_2}{d+a}.a$



Vì $\vec{F}_{BA} \uparrow\downarrow \vec{F}_{DC}$

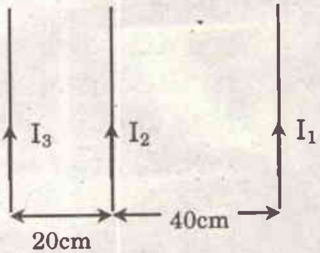
Nên $F = F_{BA} - F_{DC} = 2.10^{-7}I_1I_2\left(\frac{1}{d} - \frac{1}{d+a}\right)a$

Vậy $F = 2.10^{-7}I_1I_2\left(\frac{1}{d}-\frac{1}{d+a}\right)a$ và hướng về dây I_1

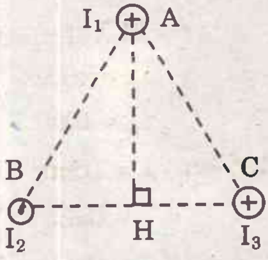
Thế số: $F = 2.10^{-7}20.10\left(\frac{1}{2.10^{-2}}-\frac{1}{2.10^{-2}+10.10^{-2}}\right).10^{-1}$

$$= 4.10^{-3}\left(\frac{1}{2}-\frac{1}{12}\right).10^{-1} = 1,7.10^{-4}N$$

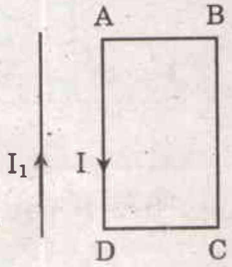
IV. Bài tập tương tự



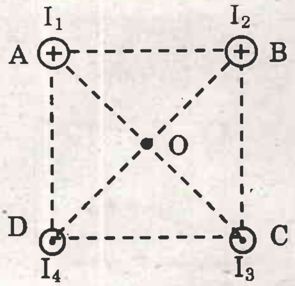
1. Cho ba dây dẫn thẳng dài vô hạn có dòng điện $I_1 = 4A$, $I_2 = 2A$, $I_3 = 3A$ chạy qua. Xác định lực từ tác dụng lên 0,5m mỗi dây.



2. Ba dây dẫn thẳng dài đặt song song đều nhau, khoảng cách giữa hai dây là 4cm. Dòng điện trong ba dây dẫn có chiều như hình vẽ. $I_1 = 10A$, $I_2 = I_3 = 20A$. Tại chân đường cao AH đặt dây $I_4 = 5A$ có chiều hướng ra mặt phẳng giấy. Xác định lực tác dụng lên dây I_4.



3. Khung dây hình vuông ABCD cạnh 10cm có dòng điện $I_2 = 20A$ đi qua, một dòng điện thẳng $I_1 = 10A$ nằm trong mặt phẳng ABCD cách AD một đoạn $d = 2cm$. Xác định lực từ tổng hợp tác dụng lên khung dây.

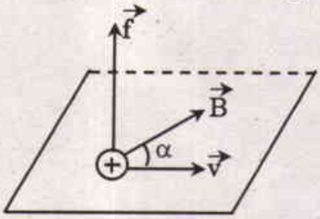


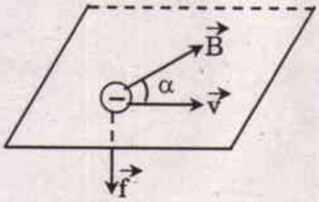
4. Qua bốn đỉnh của một hình vuông ABCD cạnh $a = 10cm$ đặt bốn dây dẫn thẳng dài vuông góc với mặt phẳng ABCD, có dòng điện $I = 5A$ chạy qua. Tại tâm hình vuông đặt dây $I_5 = 2A$, cùng chiều dây I_4. Xác định lực tác dụng lên dây I_5.

Bài 13. LỰC LORENTZ

I. Kiến thức cần nắm

- Lực Lorentz là lực tác dụng lên một hạt mang điện chuyển động trong nó
- Đặc điểm của lực Lorentz
  - Điểm đặt: trên điện tích
  - Phương vuông góc với mặt phẳng $(\vec{v}, \vec{B})$
  - Chiều xác định bởi qui tắc bàn tay trái: Mở bàn tay trái sao cho các đường sức từ hướng vào lòng bàn tay và sao cho chiều từ cổ tay đến ngón tay là chiều của hạt mang điện, khi đó chiều ngón cái choãi ra 90^0 là:
    - + Chiều của lực từ tác dụng lên hạt (+)
    - + Chiều ngược với lực từ $\vec{F}$ đối với hạt (–)
  - Độ lớn:
  - $f = |q|vB\sin\alpha$ với $\alpha = (\vec{v}, \vec{B})$
- Nếu • $\left[\begin{array}{l}\alpha = 0\\ \alpha = \pi\end{array}\right.$ (hạt bay theo phương đường sức từ): $f = 0$
  - $\alpha = 90^0 \Rightarrow f = |q|vB$



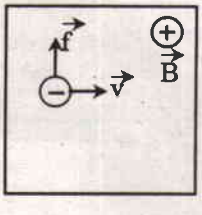


II. Câu hỏi lí thuyết và bài tập cơ bản và nâng cao

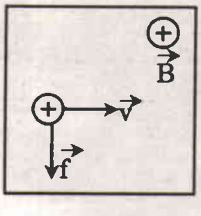
A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. Một hạt mang điện bay vào vùng từ trường dều có vectơ vân tốc $\vec{B}$. Hình vẽ nào dưới đây biểu diễn đúng vectơ lực.

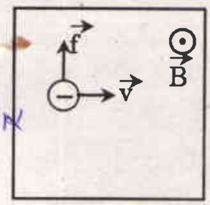
a)



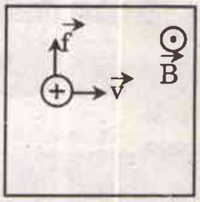
b)



F =

c) 

F = QvBsin

d) 

2. Một electron bay vào vùng từ trường đều có vectơ vận tốc vuông góc với $\vec{B}$ thì quỹ đạo của electron là:

a. Đường thẳng b. Parabol c. Tròn d. Xoắn ốc

3. Hạt electron bay vào từ trường đều theo hướng của các đường sức từ sẽ chuyển động:

a. Tròn đều b. Thẳng đều

c. Nhanh dần đều d. Chậm dần đều

4. Hạt nào dưới đây khi bay vào trong từ trường luôn không chịu tác dụng bởi từ trường

a. Electron b. Proton c. Nơtron d. Hạt α (HêLi)

5. Lực lorentz có tác dụng làm thay đổi:

a. độ lớn vận tốc của hạt

b. phương vận tốc của hạt

c. động năng chuyển động của hạt

d. cả a và c

6. Một electron bay vào từ trường đều có B = 10^{-4}T theo phương các đường sức từ với vận tốc v = 10^4m/s, electron sẽ chịu lực tác dụng có độ lớn là:

a. 64.10^{-17}N b. $6{,}4.10^{-17}$N c. 0 d. 32.10^{-17}N

7. Một electron bay vào từ trường đều. Để electron chịu lực tác dụng lớn nhất thì electron sẽ bay theo phương

a. song song đường sức từ

b. hợp với đường sức từ một góc 45^0

c. vuông góc với đường sức từ

d. hợp với đường sức từ một góc 60^0

8. Bán kính quỹ đạo của hạt proton bay vào từ trường đều theo phương vuông góc với đường sức từ là:

a. $R = \dfrac{mv^2}{|q|B}$ b. $R = \dfrac{mv}{|q|}$ c. $R = \dfrac{mv}{B}$ d. $R = \dfrac{mv}{|q|B}$

B. Bài tập cơ bản và nâng cao

Dạng 1: Tính lực Lorentz

Phương pháp

Sử dụng

$$f = |q|vB\sin\alpha$$

Trong đó:

- q(C): Điện tích của hạt
- v(m/s): vận tốc
- B(T): cảm ứng từ
- $\alpha = \left(\vec{B}, \vec{v}\right)$
- f(N): Lực Lorentz

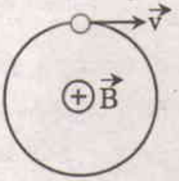
* Chú ý: • $\alpha = 0$ hay $\alpha = \pi$ hạt bay song song đường sức từ: $f = 0$

• $\alpha = 90^0$ hạt bay vuông góc đường sức từ:

$$f_{max} = |q|Bv$$

1. Một điện tích chuyển động trong từ trường đều, mặt phẳng quỹ đạo vuông góc với đường sức từ. Khi vận tốc của hạt là $v_1 = 1{,}8.10^6$m/s thì lực lorentz là $f_1 = 2.10^{-6}$N. Hỏi khi vận tốc của hạt là $v_2 = 4{,}5.10^7$m/s thì lực Lorentz là bao nhiêu?

2. Một hạt mang điện chuyển động trong từ trường đều có $B = 0{,}4$T theo phương vuông góc với đường sức từ với vận tốc $v = 10^4$m/s thì hạt mang điện chịu lực Lorentz tác dụng có độ lớn 64.10^{-17}N



a) Hỏi hạt mang điện là hạt gì?

b) Độ lớn điện tích

Dạng 2: Hạt mang điện chuyển động trong điện trường và từ trường

Phương pháp:

– Nắm được biểu thức lực tác dụng lên hạt mang điện chuyển động trong điện trường và từ trường.

$$\vec{F} = \vec{F}_đ + \vec{F}_L$$

$$\text{với} \begin{cases} F_đ = q.E \\ f_L = |q|vB\sin\theta \end{cases}$$

– Trường hợp hạt mang điện chuyển động thẳng đều thì $\vec{F} = 0$

$$\Leftrightarrow \vec{F}_đ = -\vec{F}_L \Rightarrow E = vB$$

3. Một electron có vận tốc $\vec{v}$ đi vào từ trường đều $\vec{E}$ vuông góc $\vec{v}$. Để electron vẫn chuyển động thẳng thì phải đặt một từ trường đều $\vec{B}$ như thế nào?

4. Một proton ($q = 1,6.10^{-19}C$, $m = 1,67.10^{-27}kg$) bay vào từ trường $\vec{B}$ với vận tốc $v = 2.10^{+6}m/s$. Để proton đi thẳng người ta phải tạo từ trường đều $\vec{E}$ vuông góc với mặt phẳng $(\vec{v}, \vec{B})$. Xác định $\vec{E}$. Cho $B = 0,4T$

Dạng 3: Xác định bán kính quỹ đạo của hạt mang điện trong từ trường

Phương pháp:

1. Trường hợp $\vec{v} \perp \vec{B}$

- Lực Lorentz đóng vai trò là lực hướng tâm: $f_L = f_{ht}$

$$\Leftrightarrow |q|vB = m\frac{v^2}{R} \Leftrightarrow R = \frac{mv}{|q|B}$$

2. Trường hợp $(\vec{B}, \vec{v}) \neq 90^0$

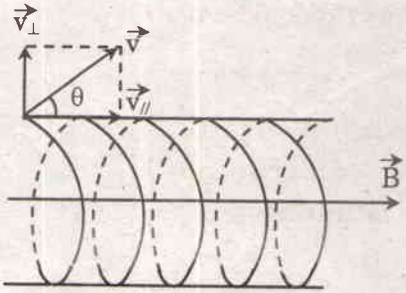
+ Phân tích $\vec{v}$ ra làm hai thành phần

$\vec{v} = \vec{v}_\perp + \vec{v}_{//}$ với $v_{//} = v\cos\theta$; $v_\perp = v\sin\theta$

- Thành phần $\vec{v}_{//}$ song song với $\vec{B}$ không bị ảnh hưởng bởi lực Lorentz
- Thành phần $\vec{v}_\perp$ chịu tác dụng bởi lực lorentz là cho nó chuyển động tròn đều.

+ Kết quả:

Quỹ đạo của hạt là một đường xoắn ốc nằm trên mặt trụ có trục song song với $\vec{v}_{//}$



+ Bán kính quỹ đạo:

$$R = \frac{mv_\perp}{|q|B} \text{ hay } R = \frac{mv\cos\theta}{|q|B}$$

+ Bước ốc: $h = v_{//}.T$

- $T = \frac{2\pi m}{|q|B}$ là thời gian q đi được 1 vòng kín (chu kì)

+ Vận tốc toàn phần: $v = \frac{|q|B}{2\pi m}\sqrt{(2\pi R)^2 + h^2}$

5. Một proton ($q = 1,6.10^{-19}$C, $m = 1,76.10^{-27}$kg) bay vào từ trường $\vec{B}$ với vận tốc $v = 2.10^6$m/s.

a) Tìm bán kính quỹ đạo. Biết $B = 0,4$T

b) Tìm thời gian để proton đi được một vòng

6. Một từ trường có cảm ứng từ $B = 5.10^{-4}$T và đường sức của nó vuông góc với đường sức của điện trường có cường độ $E = 10^3$ (V/m). Một chùm electron bay vào khoảng không gian có điện trường và từ trường nói trên với vận tốc $\vec{v}$ vuông góc với mặt phẳng chứa $\vec{E}$ và $\vec{B}$

a) Tìm vận tốc của electron biết rằng chùm electron không lệch dưới tác dụng bởi điện trường và từ trường

b) Xác định quỹ đạo của electron khi chỉ có tác dụng của từ trường.

7.* Một electron chuyển động trong một từ trường đều cảm ứng từ $B = 5.10^{-3}$T theo đường xoắn ốc. Đường xoắn ốc có đường kính $d = 80$mm và bước là $h = 200$mm. Xác định vận tốc của electron. Cho $m_e = 9,1.10^{-31}$kg; $q = -1,6.10^{-19}$C

III. Hướng dẫn trả lời và giải bài tập

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. c **2.** c **3.** b **4.** c **5.** b **6.** c **7.** c **8.** d

B. Bài tập

1. Cho $\begin{cases} v_1 = 1,8.10^6 m/s \\ f_1 = 2.10^{-6} N \\ v_2 = 1,5.10^7 m/s;\ \theta = 90^0 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} f_2$

Giải

+ Với v_1: $f_1 = |q|v_1B$ (1)

+ Với v_2: $f_2 = |q|v_2B$ (2)

+ Lập $\frac{(2)}{(1)} \rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{1,5.10^7}{1,8.10^6} = 8,3$

$\rightarrow f_2 = 8,3.f_1 = 8,3.2.10^{-6} = 1,66.10^{-6}N$

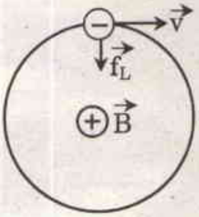
Vậy $f_2 = 1,66.10^{-6}N$

2. Cho $\begin{cases} B = 0,4T \\ v = 10^4 m/s \\ f = 64.10^{-17} N \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) Hạt mang điện gì?} \\ \text{b) Độ lớn điện tích} \end{cases}$

Giải

a) Hạt mang điện

- Vì hạt mang điện chuyển động với quỹ đạo tròn → lực Lorentz đóng vai trò là lực hướng tâm
- Theo qui tắc bàn tay trái → hạt này phải là hạt mang điện âm



b) Điện tích

Ta có: $f = |q|vB\sin\theta$ $(\theta = 90^0)$

$$\Rightarrow |q| = \frac{f}{v.B} = \frac{64.10^{-17}}{10^4.0,4} = 1,6.10^{-19}C$$

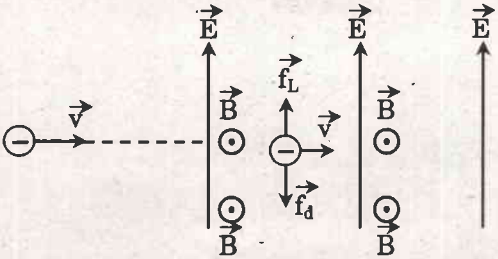
do $q < 0$

$\Rightarrow q = -1,6.10^{-19}C$ (hạt electron)

Dạng 2: Hạt chuyển động trong điện trường và từ trường

3. Đặt chiều của $\vec{B}$ như thế nào

+ Giả sử chiều của $\vec{E}$ hướng lên như hình



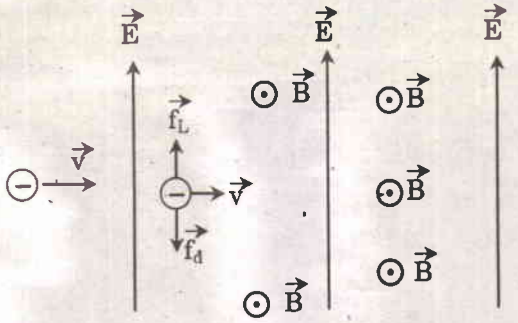
+ Khi vào trong điện trường electron chịu tác dụng bởi lực điện trường: $\vec{F} = q\vec{E}$

mà $q < 0 \Rightarrow \vec{F}$ hướng ngược với $\vec{E}$ ($\vec{F}$ hướng xuống)

⇒ Để electron đi thẳng thì ta phải bố trí vùng từ trường thích hợp để electron chịu lực lorentz tác dụng cho nó hướng lên, khi đó electron mới chuyển động thẳng. Do đó, ta bố trí từ trường có các đường sức từ hướng từ trong ra ngoài mặt phẳng giấy.

4. Cho $\begin{cases} q = 1,6.10^{-19}C \\ m = 1,67.10^{17}kg \\ v = 2.10^6 m/s \\ B = 0,4T \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \vec{E}$

Giải



$\vec{E}$
$\vec{E}$
$\vec{E}$
$\vec{B}$
$\vec{B}$
$\vec{B}$
$\vec{B}$
$\vec{B}$
$\vec{f_L}$
$\vec{v}$
$\vec{v}$
$\vec{f_d}$

Do electron chuyển động thẳng trong vùng điện trường và từ trường nên: $f_L = f_d$

$\Leftrightarrow |q|vB\sin 90^0 = |q|E$

$\Leftrightarrow E = v.B = 2.10^6.0,4 = 8.10^5$ (V/m)

Vậy $\vec{E}$ có phương vuông góc mặt phẳng $(\vec{v}, \vec{B})$, có độ lớn $E = 8.10^5$ (V/m)

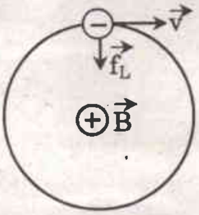
Dạng 3: Xác định bán kính quỹ đạo

5. Cho $\begin{cases} q = 1,6.10^{-19}C \\ m = 1,67.10^{17}kg \\ v = 2.10^6 m/s \\ B = 0,4T \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } R = ? \\ \text{b) } T = ? \end{cases}$

Giải

a) Bán kính quĩ đạo

– Lực lorentz đóng vai trò lực hướng tâm: $f_L = f_{ht}$



$\vec{v}$
$\vec{f_L}$
$\vec{B}$

$$\Leftrightarrow |q|vB\sin 90^0 = m\frac{v^2}{R}$$

$$\Leftrightarrow R = \frac{mv}{|q|B} = \frac{1,67.10^{-27}.2.10^6}{1,6.10^{19}.0,4} = 5,2.10^{-2}m$$

hay R = 5,2cm

b) Chu kì

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2.3,14.5,2.10^{-2}}{2.10^6}$$

$\Rightarrow T = 16,3.10^{-2}$ (s)

* Ta có thể tính bằng cách khác

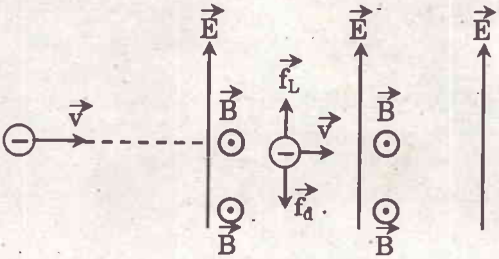
$$T = \frac{2\pi R}{v}$$

Mà $R = \dfrac{mv}{|q|B}$

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi.\dfrac{mv}{|q|.B}}{v} = \frac{2\pi m}{|q|B} \Leftrightarrow T = \frac{2\pi m}{|q|B}$$

6. Cho $\begin{cases} B = 5.10^{4}T \\ E = 10^{3}(V/m) \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} a)\ v = ? \\ b)\ R = ? \end{cases}$

Giải



a) Vận tốc:

Do electron đi thẳng nên: $f_L = f_{ht}$

$\Leftrightarrow |q|vB\sin 90^0 = |q|E$

$\Leftrightarrow E = vB \Leftrightarrow v = \dfrac{E}{B} = \dfrac{10^3}{5.10^{-4}} = 5.10^6 m/s$

Vậy $v = 5.10^6 m/s$

b) Bán kính quỹ đạo

– Theo bài 5 ta được

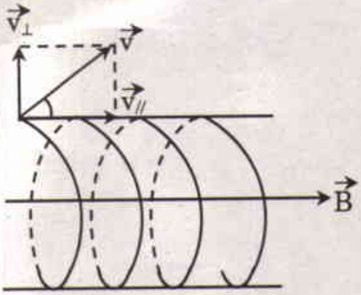
$$R = \frac{mv}{|q|B} = \frac{9,1.10^{31}.5.10^{6}}{1,6.10^{-19}.5.10^{-4}} = 5,7.10^{-2}m$$

Vậy R = 5,7cm

7. Cho $\begin{cases} B = 5.10^{3}T \\ d = 80mm = 8.10^{-2}m \\ h = 200mm = 2.10^{-1}m \\ m_2 = 9,1.10^{-31}kg \\ q = -1,6.10^{-19}C \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} v = ?$

Giải

– Trường hợp này electron chuyển động trong từ trường với $\left(\widehat{\vec{v},\vec{B}}\right) \neq 90^0 \rightarrow$ quỹ đạo của electron là dạng xoắn ốc



– Vận tốc $\vec{v}$

$$v = \sqrt{v_{//}^2 + v_\perp^2}$$

- $v_{//} = h.T \Leftrightarrow v_{//} = h.\dfrac{2\pi m}{|q|B}$
- $v_\perp = ?$

Ta có $R = \dfrac{mv_\perp}{|q|B} \Leftrightarrow v_\perp = \dfrac{R|q|B}{m}$

$$\Rightarrow v = \sqrt{v_{//}^2 + v_\perp^2} = \frac{|q|B}{2\pi m}\sqrt{(\pi.2R)^2 + h^2}$$

$v = 4{,}5.10^7$m/s

IV. Bài tập tương tự

1. Một electron chuyển động với vận tốc $v_0 = 10^3$m/s trong từ trường đều có $B = 2.10^{-4}$T theo phương vuông góc với đường sức từ. Tìm bán kính quỹ đạo

2. Một hạt mang điện có khối lượng m, điện tích q được bắn với vận tốc $\vec{v}$ vào một từ trường đều $\vec{B}$, xác định quỹ đạo của hạt nếu $\alpha = (\vec{v}, \vec{B})$ có giá trị

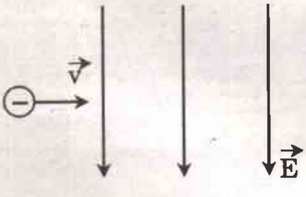
a) $\alpha = 0^0$

b) $\alpha = 90^0$

c) $\alpha = 30^0$

3. Một electron có vận tốc $\vec{v}$ đi vào một điện trường $\vec{E}$ ($\vec{E} \perp \vec{v}$). Cần một từ trường $\vec{B}$ có hướng và độ lớn như thế nào trong vùng điện trường để electron vẫn chuyển động thẳng

Áp dụng bằng số: $v = 5.10^6$ (m/s), $E = 10^3$ (V/m)



Hard core!

Chương V

CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

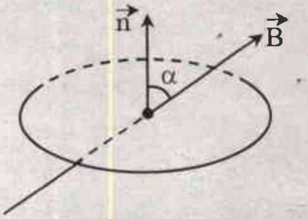
Bài 14. HIỆN TƯỢNG CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ - SUẤT ĐIỆN ĐỘNG CẢM ỨNG

I. Kiến thức cần nắm

1. Từ thông

- Từ thông là đại lượng diễn tả số đường sức qua một diện tích nào đó
- Công thức:

$$\phi = B.S.\cos\alpha$$



Trong đó:

- B(T): Cảm ứng từ
- S(m^2): Diện tích mặt phẳng giới hạn bởi mạch điện
- $\alpha = \left(\widehat{\vec{n},\vec{B}}\right)$
- ϕ(Wb): Từ thông

Chú ý: Khi nói đến từ thông thì ta luôn đề cập đến vectơ pháp tuyến $\vec{n}$

2. Hiện tượng cảm ứng điện từ

Khi có sự biến đổi từ thông qua mặt giới hạn bởi một mạch điện kín, thì trong mạch xuất hiện dòng điện cảm ứng

3. Qui tắc Len–xơ

- Qui tắc Len–xơ dùng để xác định chiều dòng điện cảm ứng
- Dòng điện cảm ứng phải có chiều sao cho từ trường của nó có tác dụng chống lại nguyên nhân đã sinh ra nó.
- Các bước xác định chiều I_C.
  - + Xác định chiều $\vec{B}$ ban đầu
  - + Xem từ thông qua mạch tăng hay giảm
    - Nếu ϕ tăng thì $\vec{B}_C \uparrow\downarrow \vec{B}$
    - Nếu ϕ giảm thì $\vec{B}_C \uparrow\uparrow \vec{B}$

+ Biết được $\vec{B}_C$ dùng qui tắc đinh ốc 2 để suy ra chiều I_C.

4. Suất điện động cảm ứng

$$\mathscr{E}_C = \left|\frac{\Delta\phi}{\Delta t}\right|$$

II. Câu hỏi lí thuyết và bài tập cơ bản và nâng cao

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. Từ thông gửi qua mặt kính S phụ thuộc vào

a. Diện tích mặt S

b. Độ lớn cảm ứng từ $\vec{B}$

c. Vị trí tương đối giữa mặt phẳng khung dây và đường cảm ứng từ

d. Cả ba yếu tố trên

2. Trường hợp nào sau đây từ thông đạt giá trị cực đại

a. Đường sức từ vuông góc với mặt phẳng khung dây

b. Đường sức từ song song với mặt phẳng khung dây

c. Đường sức từ hợp với mặt phẳng khung dây một góc 45^0

d. Đường sức từ hợp với mặt phẳng khung dây một góc 60^0

3. Chọn phát biểu đúng

a. Từ thông là đại lượng có hướng

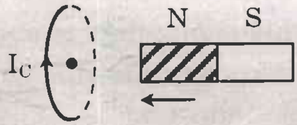
b. Từ thông là đại lượng vô hướng

c. Từ thông qua mạch kín chỉ phụ thuộc vào độ lớn của diện tích mạch mà không phụ thuộc vào độ nghiêng của mặt phẳng chứa mạch

d. Từ thông là đại lượng luôn dương và nó tỉ lệ với số đường sức đi qua diện tích có từ thông

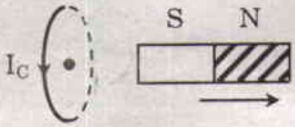
4. Các hình vẽ nào sau đây biểu diễn đúng chiều dòng điện cảm ứng I_C

a.



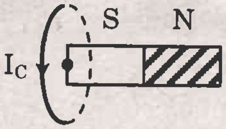
Nam châm lại gần vòng dây

b.



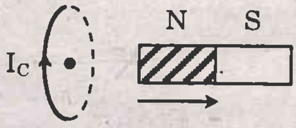
Nam châm ra xa vòng dây

c.



Nam châm đứng yên trong vòng dây

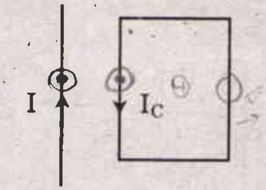
d.



Nam châm ra xa vòng dây

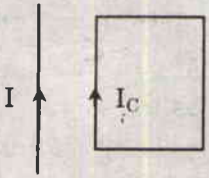
5. Hình vẽ nào sau đây biểu diễn đúng chiều I_C trong khung

a.



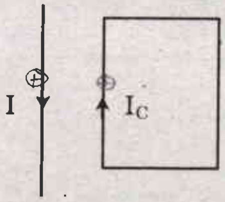
Khung dây ra xa dây dẫn

b.



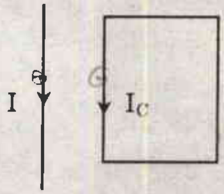
Khung dây ra xa dây dẫn

c.



Khung dây ra xa dây dẫn

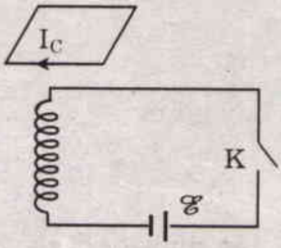
d.



Khung dây lại gần dây dẫn

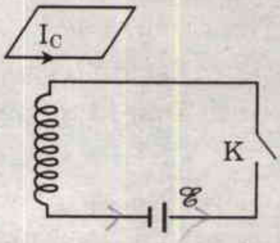
6. Hình vẽ nào dưới đây biểu diễn đúng chiều I_C trong khung

a.



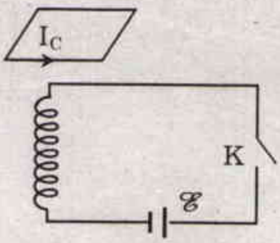
k đang đóng rồi mở

b.



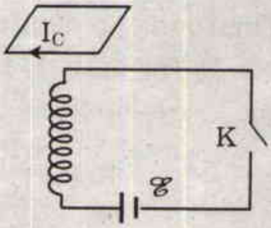
k đang đóng rồi mở

c.



k đang mở rồi đóng lại

d.



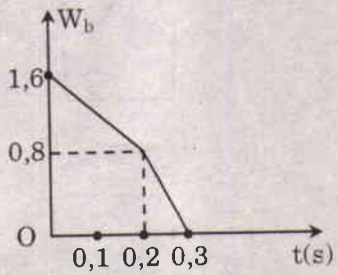
k đang mở rồi đóng lại

7. Một khung dây phẳng, diện tích s, gồm N vòng dây được đặt trong từ trường đều $\vec{B}$. Vectơ cảm ứng từ làm thành với mặt phẳng khung dây một góc α. Người ta làm cho từ trường giảm đều đến không trong khoảng thời gian Δt thì biểu thức suất hiện động trong khung dây là.

a) $\varepsilon_c = \dfrac{NBS\cos\alpha}{\Delta t}$ b) $\varepsilon_c = \dfrac{N^2BS\cos\alpha}{\Delta t}$

c) $\varepsilon_c = \dfrac{NBS.\sin\alpha}{\Delta \tau}$ d) $\varepsilon_c = \dfrac{N^2BS\sin\alpha}{\Delta t}$.

8. Từ thông qua khung dây biến đổi theo thời gian được cho như hình bên. Suất điện động cảm ứng trong khung là:



a) Trong khoảng thời gian từ $0 \to 0{,}1$s thì $\varepsilon_1 = 8$V

b) Trong khoảng thời gian từ $0{,}1 \to 0{,}2$s thì $\varepsilon_2 = 4$V

c) Trong khoảng thời gian từ $0 \to 0{,}2$s thì $\varepsilon_3 = 0$

d) Trong khoảng thời gian từ $0 \to 0{,}2$s thì $\varepsilon_4 = 2$V

B. Bài tập cơ bản + nâng cao

Dạng: Tìm chiều I_C và cường độ dòng I_C trong mạch kín.

Phương pháp:

+ Tìm chiều dòng I_C.

Bước 1: Xác định chiều $\vec{B}$ ban đầu

Bước 2: Xem từ thông qua mạch tăng hay giảm

- Nếu Φ tăng thì $\vec{B}_C \uparrow\downarrow \vec{B}$
- Nếu Φ giảm thì $\vec{B}_C \uparrow\uparrow \vec{B}$

Bước 3: Dựa vào chiều $\vec{B}_C$, dùng qui tắc định ốc 2 để suy ra chiều I_C

+ Tìm cường độ dòng I_C.

Bước 1: Xác định độ biến thiên từ thông

Bước 2: Áp dụng công thức:

$$\varepsilon_C = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$$

Bước 3: Áp dụng định luật Ohm cho mạch kín

$$I_C = \frac{\varepsilon_C}{R}$$

Với R là điện trở của mạch điện

1. Một vòng dây dẫn phẳng có $S = 5cm^2$ đặt trong từ trường $B = 0,1T$. Mặt phẳng vòng dây hợp với $\vec{B}$ 1 góc 30^0.

a) Tính từ thông qua S.

b) Người ta cho từ trường giảm đều đến không trong khoảng thời gian 0,1s. Tìm suất điện động trong vòng dây và vẽ chiều dòng điện cảm ứng trong mạch.

2. Một cuộn dây dẫn phẳng có 100 vòng đặt trong từ trường đều sao cho các đường cảm ứng từ vuông góc với mặt phẳng khung dây. Diện tích phẳng mỗi vòng dây $s = 2dm^2$. Người ta cho từ trường giảm đều từ 0,5T đến 0,2T trong khoảng thời gian 0,1s.

a) Tìm độ biến thiên từ thông

b) Suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung dây là bao nhiêu?

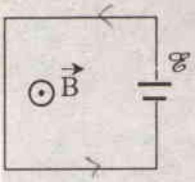
c) Hai dầu cuộn dây nối với điện trở $R = 60\Omega$. Tìm cường độ dòng điện qua R.

3. Cuộn dây phẳng có 1000 vòng, bán kính cuộn dây là 0,1m. Cuộn dây được đặt trong từ trường và vuông góc với các đường cảm ứng từ. Ban đầu $B = 0,4T$.

a) Cho B tăng đều gấp đôi trong khoảng thời gian 0,1s. Tìm suất điện động ε_C trong khung và vẽ chiều dòng điện cảm ứng I_C.

b) Cho B giảm đều về không trong khoảng thời gian 0,1s. Và vẽ chiều I_C.

4. Một nguồn điện có suất điện động $\varepsilon = 10V$ (điện trở trong $r = 0$) và dây dẫn có điện trở 5Ω tạo thành mạch điện kín giới hạn diện tích $s = 0,2m^2$. Người ta cho từ trường tăng đều từ 0,2T đến 0,5T trong khoảng thời gian 0,1s.



a) Tìm suất điện động cảm ứng trong mạch

b) Tìm cường độ dòng điện trong mạch

III. Hướng dẫn trả lời và giải bài tập

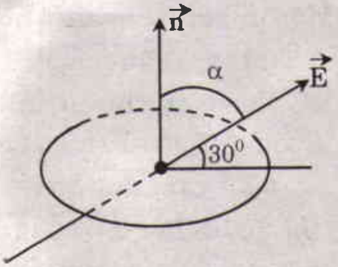
A. Câu hỏi trắc nghiệm

1.d **2.**a **3.**b **4.**b **5.**b **6.**b **7.**c **8.**c

B. Bài tập

1. Cho $\begin{cases} S = 5cm^2 = 5.10^{-4}m^2 \\ B = 0{,}1T \\ \alpha = 90^0 - 30^0 = 60^0 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tính}} \begin{cases} a)\ \Phi = ? \\ b)\ \Delta t = 0{,}1s.\ \text{Tìm } \varepsilon_C,\ \text{chiều } I_C \end{cases}$

Giải



a) Từ thông qua cuộn dây

$$\Phi = BS\cos\alpha$$

$$= 10^{-1}.5.10^{-4}.\cos 60^0 = 5.10^{-5}.\frac{1}{2}$$

$$= 2{,}5.10^{-5}Wb$$

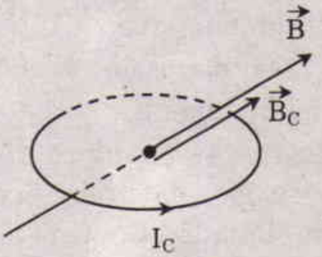
Vậy $\Phi = 2{,}5.10^{-5}Wb$

b) Tìm ε_C

$$\varepsilon_C = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \left|\frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t}\right| = \left|\frac{0 - \Phi_1}{\Delta t}\right| = \frac{\Phi_1}{\Delta t} = \frac{2{,}5.10^{-5}}{0{,}1}$$

$\rightarrow \varepsilon_C = 2{,}5.10^{-4}$ (V)

* Vẽ chiều I_C



- Khi cho $\vec{B}$ giảm thì từ thông gửi qua S giảm.
- Trong vòng dây xuất hiện $I_C \rightarrow I_C$ sinh ra $\vec{B}_C$ chống lại sự giảm từ thông $\rightarrow \vec{B}_C \uparrow\uparrow \vec{B}$.
- Dùng qui tắc đinh ốc 2 → I_C chạy ngược chiều kim đồng hồ.

2. Cho $\begin{cases} N = 10^3 \text{vòng} \\ \alpha = 0^0 \\ S = 2dm^2 = 2.10^{-2}m^2 \\ \Delta B = 0{,}3T \\ \Delta t = 0{,}1s \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} a)\ \Delta\Phi \\ b)\ \varepsilon_C \\ c)\ \text{Cho } R = 60\Omega.\ \text{Tìm } I_C. \end{cases}$

Giải

a) Tìm độ biến thiên từ thông

$$\Delta\Phi = N\Delta B.S\cos 90^0 = 10^3.3.10^{-1}.2.10^{-2}.1 = 6\ (Wb)$$

b) Suất điện động cảm ứng

$$\varepsilon_C = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \left|\frac{6}{0{,}1}\right| = 60V$$

c) Cường độ dòng I_C.

$$I_C = \frac{\varepsilon_C}{R} = \frac{60}{60} = 1A$$

3. Cho

$$\begin{cases} N = 10^3 \text{ vòng} \\ r = 0{,}1m = 10^{-1}m \\ \alpha = 0 \\ B = 0{,}4T \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) Cho } B' = 2B,\ \Delta t = 0{,}1s. \\ \quad \text{Tìm } \varepsilon_C \text{ và vẽ chiều } I_C \\ \text{b) Cho } B' = 0,\ \Delta t = 0{,}1s. \\ \quad \text{Tìm } \varepsilon_C \text{ và vẽ chiều } I_C \end{cases}$$

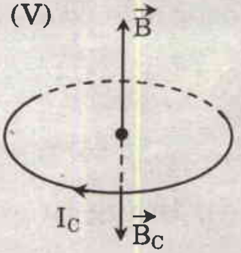
Giải

a) Khi B’ = 2B, $\Delta t = 0{,}1s$.

- $S = \pi.r^2 = \pi.(10^{-1})^2 = \pi.10^{-2}\ (m^2)$.
- $\varepsilon_C = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \left|\frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t}\right|$

$$= \frac{N.B'S - NBS}{\Delta t} = \frac{N.2B.S - NBS}{\Delta t}$$

$$= \left|\frac{NBS}{\Delta t}\right| = \frac{10^3.4.10^{-1}.\pi.10^{-2}}{10^{-1}} = 40\pi\ (V)$$



Vậy $\varepsilon_C = 125{,}6\ (V)$

* Vẽ chiều I_C

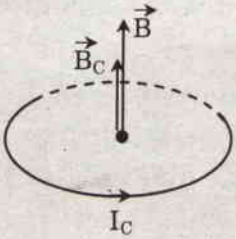
- Khi $\vec{B}$ tăng → Φ tăng → $\vec{B}_C \uparrow\downarrow \vec{B}$
- Dùng qui tắc đinh ốc 2 → I_C có chiều I_C cùng chiều kim đồng hồ khi nhìn từ trên xuống.

b) Khi B’ = 0, $\Delta t = 0{,}1s$

- $\varepsilon_C = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \left|\frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t}\right| = \left|\frac{0 - \Phi_1}{\Delta t}\right| = \frac{\Phi_1}{\Delta t} = \frac{NBS}{\Delta t} = \frac{10^3.4.10^{-1}.\pi.10^{-2}}{10^{-1}}$

Vậy $\varepsilon_C = 125{,}6\ (V)$

- Vẽ chiều I_C



+ Vì $\vec{B}$ giảm → Φ giảm

→ $\vec{B}_C \uparrow\uparrow \vec{B}$

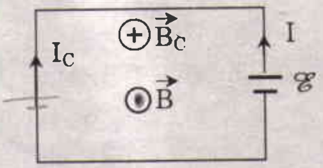
+ Dùng qui tắc đinh ốc hai ⇒ I_C ngược chiều kim đồng hồ.

4. Cho $\begin{cases} \varepsilon = 10V \\ R = 5\Omega \\ S = 0{,}2m^2 \\ \Delta B = 0{,}3T \\ \Delta t = 0{,}1s \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} a)\ \varepsilon_C = ? \\ b)\ I_C = ? \end{cases}$

Giải

a) Tìm suất điện động ε_C:

$$\varepsilon_C = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \left|\frac{\Delta B.S}{\Delta t}\right| = \frac{0{,}3.0{,}2}{0{,}1} = 0{,}6\ (V)$$



b) Tìm cường độ dòng điện trong mạch:

- Vì $\vec{B}$ tăng → Φ tăng → $\vec{B}_C \uparrow\downarrow \vec{B}$.
- Dùng qui tắc đinh ốc hai ⇒ chiều I_C cùng chiều kim đồng hồ
- Trong mạch có hai dòng điện chạy ngược chiều nhau, do đó cường độ dòng điện được xác định bằng hiệu của hai dòng điện:

$$I_m = I - I_C = \frac{\varepsilon}{R} - \frac{\varepsilon_C}{R} = \frac{\varepsilon - \varepsilon_C}{R} = \frac{10 - 0{,}6}{5} = 1{,}88\ (A)$$

Vậy $I_m = 1{,}88$ (A)

IV. Bài tập tương tự

1. Một cuộn dây có N = 2000 vòng, diện tích mỗi vòng $20cm^2$. Trong thời gian 0,5s đặt cuộn dây vào từ trường đều $B = 4.10^{-2}T$, các đường sức từ song song với trục của cuộn dây.

a) Tính độ biến thiên của từ thông qua cuộn dây

b) Tính suất điện động cảm ứng xuất hiện trong cuộn dây

c) Biết cuộn dây có điện trở 50Ω. Tính cường độ dòng điện qua cuộn dây.

2. Một cuộn dây tròn đường kính 8cm có 100 vòng đặt trong một từ trường, đường sức từ song song với trục cuộn dây. Điện trở cuộn dây là 50Ω. Tính công suất nhiệt tỏa ra trên cuộn dây. Biết rằng tốc độ biến thiên của từ trường là 0,6 T/s.

Bài 15. SUẤT ĐIỆN ĐỘNG CẢM ỨNG TRONG MỘT ĐOẠN DÂY DẪN CHUYỂN ĐỘNG – HIỆN TƯỢNG TỰ CẢM

I. Kiến thức cần nắm

1. *Suất điện động cảm ứng* trong một đoạn dây dẫn chuyển động trong từ trường.

+ Khi $\vec{B} \perp \vec{v}$ thì $\varepsilon_C = Bv.l$

+ Khi $(\widehat{\vec{B},\vec{v}}) = \theta$ thì $\varepsilon_C = Bvl\sin\theta$

+ Vì trong thanh tồn tại suất điện động nên coi thanh như là nguồn điện. Các cực âm và dương của nguồn điện được xác định bởi qui tắc bàn tay phải.

2. *Hiện tượng tự cảm*

– Hiện tượng cảm ứng điện từ trong mạch điện do chính sự biến đổi của dòng điện trong mạch gây ra gọi là hiện tượng tự cảm.

– Từ thông qua diện tích giới hạn bởi mạch điện

$$\Phi = LI$$

- L (H): Hệ số tự cảm

– Hệ số tự cảm của ống dây dài đặt trong không khí

$$L = 4\pi.10^{-7}\frac{N^2S}{l}$$

l (m): Chiều dài ống dây

– Suất điện động tự cảm

– Năng lượng từ trường

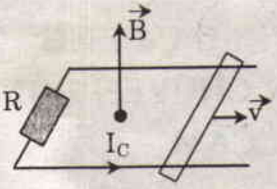
$$W = \frac{1}{2}LI^2$$

II. Câu hỏi trắc nghiệm và bài tập cơ bản

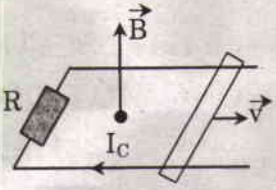
A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. Thanh kim loại AB được kéo trượt đều trên hai thanh ray kim loại nằm ngang. Các dây nối với nhau bằng điện trở R. Vận tốc của thanh AB là $\vec{v}$. Hệ thống đặt trong từ trường đều $\vec{B}$ thẳng đứng. Hãy chọn đúng chiều dòng điện cảm ứng trong các mạnh sau:

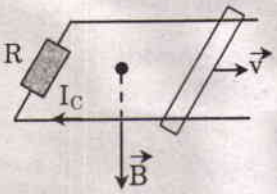
a)



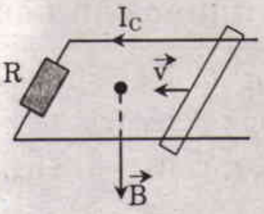
b)



c)



d)



2. Hệ thức nào sau đây xác định độ tự cảm của ống dây?

a. $L = 4\pi.10^{-7}\dfrac{NS^2}{l}$

b. $L = 4\pi.10^{7}\dfrac{N^2S}{l}$

c. $L = 4\pi.10^{-7}\dfrac{N^2S}{l}$

d. $L = 4\pi.10^{-7}\dfrac{N.S}{l}$.

3. Thanh kim loại trượt trong từ trường đều $\vec{B}$ với vận tốc không đổi $\vec{v}$. Khi nào suất điện động trên thanh là lớn nhất.

a. Thanh kim loại trượt song song với đường sức từ

b. Thanh kim loại trượt vuông góc với đường sức từ

c. Thanh kim loại trượt với vận tốc $\vec{v}$ hợp với $\vec{B}$ một góc 45^0

d. Thanh kim loại trượt với vận tốc $\vec{v}$ hợp với $\vec{B}$ một góc 60^0.

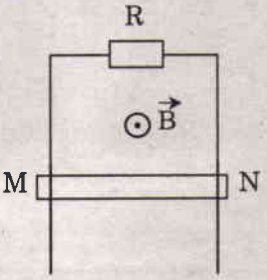
4. Thanh kim loại MN trượt đều không ma sát từ trên xuống thì:

a. Cảm ứng từ do dòng I_C sinh ra hướng từ ngoài vào trong và dòng điện cảm ứng có chiều từ M → N.

b. Cảm ứng từ do dòng I_C sinh ra hướng từ ngoài vào trong và I_C có chiều từ N → M.

c. Cảm ứng từ $\vec{B}_C$ hướng từ trong ra ngoài và I_C có chiều từ M → N.

d. Cảm ứng từ $\vec{B}_C$ hướng từ ngoài vào trong và I_C có chiều từ N → M.



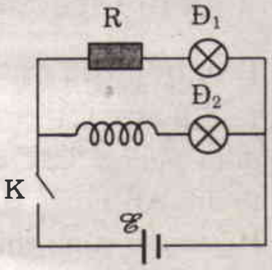
5. Cho mạch như hình vẽ khi đóng K thì

a. Đ₁ và Đ₂ đều sáng cùng một lúc.

b. Đ₂ sáng trước Đ₁

c. Đ₁ sáng trước Đ₂

d. Đ₁ sáng ngay còn Đ₂ sáng lên từ từ.



6. Một ống dây có hệ số tự cảm L = 0,02. Khi có dòng điện chạy qua, ống dây có năng lượng 0,16J. Cường độ dòng điện qua ống dây bằng:

a. 2A
b. 1A
c. 3A
d. 4A.

7. Một ống dây có chiều dài l = 31,4cm, N = 1000 vòng, đường kính mỗi vòng là d = 2cm. Ống dây này có độ tự cảm bằng

a. 0,06 H
b. 0,13 H
c. 0,26 H
d. 1,3 H.

8. Dòng điện I = 4A chạy qua ống dây có độ tự cảm L = 500mH. Suất điện động tự cảm trong ống dây khi ngắt mạch trong khoảng thời gian 0,1s là:

a. 0
b. 2V
c. 20V
d. 20.000V.

B. Bài tập cơ bản + nâng cao

Dạng 1: Xác định suất điện động cảm ứng và dòng điện cảm ứng

Phương pháp:

– Áp dụng công thức tính suất điện động của thanh kim loại khi trượt trong từ trường

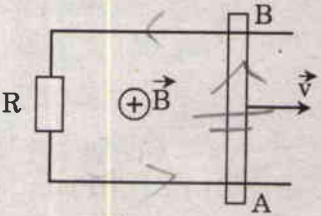
- Khi $\vec{v} \perp \vec{B}$: $\varepsilon_C = Bvl$
- Khi $\left(\widehat{\vec{v}, \vec{B}}\right) = \theta$ $\varepsilon_C = Bvl\sin\theta$

– Khi nếu hai đầu thanh kim loại với mạch ngoài có điện trở R thì cường độ dòng cảm ứng:

$$I_C = \frac{\varepsilon_C}{R}$$

1. Một dây dẫn thẳng chiều dài 1m chuyển động với vận tốc 0,5 m/s theo phương hợp với $\vec{B}$ của từ trường đều B = 0,2J một góc $\alpha = 30^0$. Tính suất điện động xuất hiện trên thanh kim loại.

2. Thanh kim loại AB dài 20cm kéo trượt đều trên hai thanh ray kim loại nằm ngang như hình vẽ. Các dây nối nhau bằng điện trở R = 3Ω. Vận tốc của thanh AB là 12 m/s. Hệ thống đặt trong từ trường đều B = 0,4J, $\vec{B}$ vuông góc mặt phẳng mạch điện.



bl.9

a) Tìm suất điện động cảm ứng trong khung

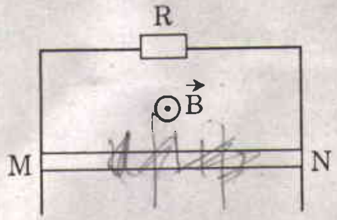
b) Cường độ dòng điện cảm ứng và cho biết chiều

3. Thanh MN = 70cm, m = 2g trượt không ma sát trượt từ trên xuống với vận tốc v = 1 m/s. cho B = 0,2T; g = $10\ m/s^2$. Tìm

a) Suất điện động cảm ứng trong khung

b) Cường độ dòng cảm ứng trong khung

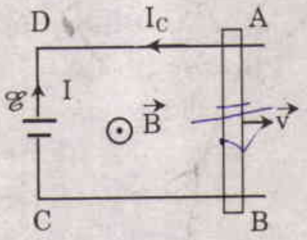
c) Điện trở R



Dạng 2: Mạch có chứa nguồn và thanh chuyển động trong từ trường.

Phương pháp:

- Xét mạch điện như hình
- Khi thanh chưa chuyển động thì trong mạch có dòng điện I do nguồn ε sinh ra, chạy theo chiều DABCD.



* Giả sử cho thanh kim loại trượt sang phải trong từ trường $\vec{B}$ thì trong mạch có thêm dòng cảm ứng I_C, chạy theo chiều ADCBA

- Như vậy trong mạch có hai dòng điện I và I_C chạy ngược chiều nhau → cường độ dòng điện trong mạch là:

$$I_m = I - I_c \text{ hoặc } I_m = I_c - I$$

Hay $I_m = |I - I_c|$

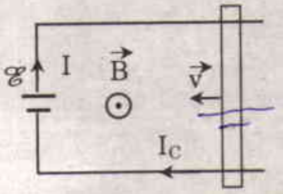
$$\boxed{I_m = \frac{|\varepsilon - \varepsilon_c|}{R}}$$

Trong đó $\begin{cases} \text{R: điện trở tổng cộng của mạch} \\ \varepsilon_c = Bvl\sin\theta \\ \varepsilon \text{ suất điện động của nguồn} \end{cases}$

* Khi cho thanh trượt sang trái thì I_c và I cùng chiều

nên:

$$\boxed{I_m = \frac{\varepsilon + \varepsilon_c}{R}}$$

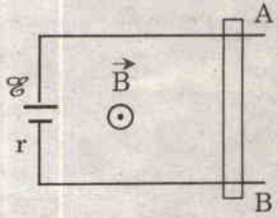


4. Cho $\varepsilon = 10V$, $r = 02\Omega$, AB = 20cm, $R_{AB} = 10\Omega$, B = 0,1T

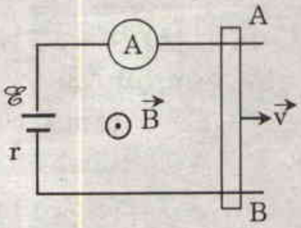
a) Tìm chiều chuyển động của thanh AB

b) Tìm suất điện động cảm ứng trên AB khi vận tốc của thanh là 10 m/s.

c) Tìm cường độ dòng điện trong mạch tại thời điểm nói trên.



5. Cho hệ thống như hình vẽ. Thanh AB có điện trở R = 2,9Ω, dài 50cm trượt đều với vận tốc v = 10 m/s trong từ trường đều B = 0,1T. Nguồn điện $\varepsilon = 1,5V$ và $r = 0,1\Omega$.



a) Xác định chiều dòng điện cảm ứng và số chỉ của ampe kế

b) Để ampe kế chỉ 1 (A) và dòng điện có chiều từ A → B thì thanh AB dịch chuyển như thế nào? Với vận tốc bao nhiêu?

Dạng 3: Mạch có chứa tụ và thanh chuyển động trong từ trường

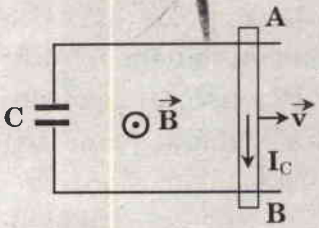
Phương pháp:

- Khi cho thanh trượt sang phải với vận tốc $\vec{v}$ thì trên thanh xuất hiện điện động cảm ứng $\varepsilon_C = Bvl$
- Cường độ dòng điện

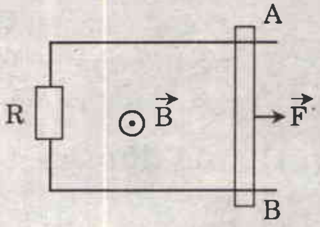
$$i = \frac{dq}{dt} = CBl\frac{dv}{dt} = CBla$$

- Lực tác dụng lên AB hướng về C

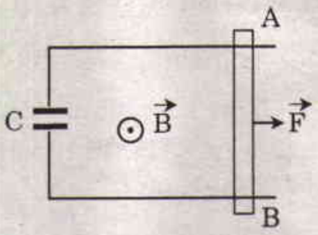
$$f = Bil = CB^2l^2a$$



6. Cho hệ thống như hình vẽ. Tụ điện có điện dung $C = 10^{-2}F$, thanh AB dài 50cm, có khối lượng 2g vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với mặt phẳng mạch điện, có B = 0,1T. Tác dụng vào thanh lực F = 0,01N. Tìm gia tốc chuyển động của thanh.



7. Cho hệ thống như hình vẽ. Tụ điện có điện dung $C = 10^{-2}F$, thanh AB = 1m, có khối lượng 4g. Vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với mặt phẳng của mạch điện, có B = 0,2T. Hỏi phải tác dụng vào thanh 1 lực theo phương ngang là bao nhiêu để gia tốc chuyển động của thanh là 10 m/s^2.



Dạng 4: Độ tự cảm cuộn dây – Năng lượng từ trường

Phương pháp:

– Độ tự cảm L của ống dây:

- Từ thông: $\Phi = LI$
- Cảm ứng từ trong ống dây

$$B = 4\pi.10^{-7}\frac{N}{l}.I \Rightarrow L = 4\pi.10^{-7}\frac{N^2S}{l}$$

– Năng lượng từ trường: $W = \frac{1}{2}LI^2$

– Suất điện động tự cảm $\varepsilon = L\left|\frac{\Delta I}{\Delta \tau}\right|$

8. Một ống dây dài 40cm gồm 800 vòng có đường kính mỗi vòng là 10cm, có dòng điện I = 2A đi qua

a) Tính độ tự cảm của ống dây

b) Từ thông qua mỗi vòng dây

9. Tính năng lượng từ trường của một ống dây có độ tự cảm L = 0,008H và dòng điện có cường độ 2A chạy qua

10. Một ống dây dài 30cm, đường kính 2cm, 1500 vòng dây.

a) Tìm độ tự cảm của ống dây

b) Cho dòng điện có cường độ I = 2A qua ống dây. Tính năng lượng từ trường của ống dây

c) Trong thời gian 0,01s dòng đện trong ống dây giảm từ 2A về 0. Tìm suất điện động tự cảm xuất hiện trong ống dây.

III. Hướng dẫn trả lời câu hỏi và giải bài tập

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1.b **2.**c **3.**b **4.**b **5.**d **6.**d **7.**b **8.**c

B. Bài tập

Dạng 1: Xác định ε_C và I_C

1. Cho $\begin{cases} l = 1\text{m} \\ v = 0{,}5\text{m/s} \\ B = 0{,}2\text{T} \\ \theta = 30^0 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \varepsilon_C$

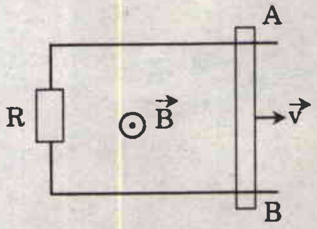
Giải

Áp dụng: $\varepsilon_C = Bvl\sin\theta = 0{,}2.0{,}5.1.\dfrac{1}{2}$

Vậy $\varepsilon_C = 0{,}05\text{V}$

2. $\begin{cases} l = 20\text{cm} = 0{,}2\text{m} \\ R = 3\Omega \\ v = 12\text{m/s} \\ B = 0{,}4\text{T} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } \varepsilon_C \\ \text{b) } I_C \end{cases}$

Giải



a) Suất điện động cảm ứng:

$$\varepsilon_C = Bvl\sin\theta = 0{,}4.12.0{,}2.1$$

Vậy $\varepsilon_C = 0{,}96$ (V)

b) Cường độ dòng điện cảm ứng

$$I_C = \frac{\varepsilon_C}{R} = \frac{0{,}96}{3} = 0{,}32\text{A}$$

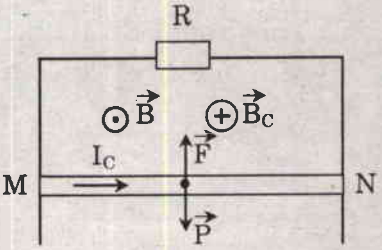
Vậy $I_C = 0{,}32\text{A}$

* Chiều dòng I_C:

Theo qui tắc bàn tay phải thì chiều I_C từ A → B

3. Cho $\begin{cases} MN = 70\text{cm} = 0{,}7\text{m} \\ m = 2\text{g} = 2.10^{-3}\text{kg} \\ B = 0{,}2\text{T} \\ g = 10\text{m/s}^2 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } \varepsilon_C = ? \\ \text{b) } I_C \\ \text{c) } R = ? \end{cases}$

Giải



a) Suất điện động cảm ứng trong mạch

$$\varepsilon_C = Bvl\sin\theta = 0{,}2.1.0{,}7.1$$

Vậy $\varepsilon_C = 0{,}14$ (V)

b) Cường độ dòng cảm ứng I_C

- Do thanh trượt xuống → S tăng → Φ tăng → trong mạch xuất hiện I_C, I_C sinh ra $\vec{B}_C$ chống lại sự tăng của Φ → $\vec{B}_C$ hướng vào. Theo qui tắc bàn tay trái thì lực từ tác dụng lên MN hướng lên
- Lúc đầu F < P thì thanh trượt nhanh dần đều, sau một thời gian thì F tăng dần bằng với P thì thanh trượt đều:

$P = F \Leftrightarrow mg = BI_Cl$

$$\Leftrightarrow I_C = \frac{mg}{B.l} = \frac{2.10^{-3}.10}{2.10^{-1}.7.10^{-1}} = \frac{1}{7}\ (A)$$

c) Điện trở R

Ta có $I_C = \dfrac{\varepsilon_C}{R} \Leftrightarrow R = \dfrac{\varepsilon_C}{I_C} = \dfrac{0{,}14}{\dfrac{1}{7}} = 0{,}98\Omega$

Vậy $R = 0{,}98\Omega$

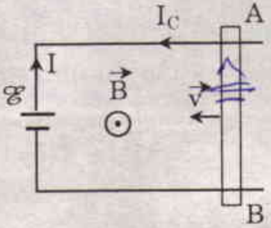
Dạng 2: Mạch có chứa nguồn

$$\text{4. Cho} \begin{cases} \varepsilon = 10V \\ r = 0{,}2\Omega \\ AB = 20cm = 0{,}2m \\ R_{AB} = 10\Omega \\ B = 0{,}1J \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) Chiều chuyển động AB} \\ \text{b) Tìm } \varepsilon_C \text{ khi } v = 10\ m/s \\ \text{c) Tìm } I_m \end{cases}$$

Giải

a) Chiều chuyển động AB

- Dòng điện qua AB theo chiều từ A → B
- Theo qui tắc bàn tay trái thì AB đi vào



b) Tìm ε_C

$\varepsilon_C = Bvl\sin\theta = 0{,}1.10.0{,}2.1 = 0{,}2V$

Vậy $\varepsilon_C = 0{,}2V$.

c) Tìm I_C.

Theo câu a thì thanh đi vào, theo qui tắc bàn tay phải thì dòng cảm ứng I_C có chiều từ B → A

Do đó $I_C = \dfrac{\varepsilon - \varepsilon_C}{r + R} = \dfrac{10 - 0{,}2}{0{,}2 + 10} = 0{,}96A$

Vậy $I_C = 0{,}96A$.

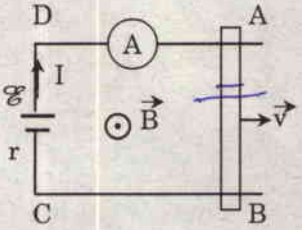
5. Cho $\begin{cases} R = 2{,}9\Omega \\ r = 0{,}1\Omega \\ l = 50cm = 0{,}5m \\ v = 10m/s \\ B = 0{,}1J \\ \varepsilon = 1{,}5V \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} a)\ I_A \\ b)\ I_A = 1A. \\ \quad \text{Tìm } v = ? \end{cases}$

Giải

a) Số chỉ (A)

– Dòng điện do nguồn ε gây ra có chiều từ DABCD

– Do thanh AB trượt sang phải, theo qui tắc bàn tay phải thì I_C có chiều từ BADCB



– Dòng I và I_C cùng ngược chiều nhau nên:

$$I_m = I_A = \frac{\varepsilon + \varepsilon_C}{R + r}$$

Với $\varepsilon_C = Bvl\sin\theta = 0{,}1.10.0{,}5 = 0{,}5V$

$$\Rightarrow I_A = \frac{15 + 0{,}5}{2{,}9 + 0{,}1} = \frac{2}{3}\ (A)$$

Vậy ampe kế chỉ $\frac{2}{3}$ (A).

b) Tìm vận tốc thanh

– Khi thanh chuyển động sang phải thì I và I_C cùng chiều nên:

$$I_A = \frac{\varepsilon + \varepsilon_C}{R + r} \Leftrightarrow 1 = \frac{1{,}5 + \varepsilon_C}{3}$$

$\Leftrightarrow \varepsilon_C = 1{,}5\ (V) \quad \Leftrightarrow Bvl = 1{,}5$

$$\Leftrightarrow v = \frac{1{,}5}{B.l} = \frac{1{,}5}{0{,}1.0{,}5} = 10\ m/s$$

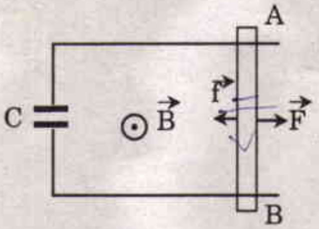
Vậy v = 10 m/s

Dạng 3: Mạch có chứa tụ

6. Cho $\begin{cases} C = 10^{-2}F \\ l = 50cm = 0{,}5m \\ m = 2g = 2.10^{-3}kg \\ B = 0{,}1J \\ F = 0{,}01N \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} a = ?$

Giải

Gia tốc của thanh



- Khi cho thanh trượt sang thì phải trong thanh xuất hiện suất điện động cảm ứng:

$$\varepsilon_C = Bvl.$$

- Suất điện động này cũng chính là suất điện động đặt vào hai bản tụ $\Rightarrow$ điện tích trên hai bản tụ:

$$q = C.\varepsilon = C.Bv.l$$

- Cường độ dòng điện

$$i = \frac{dq}{dt} = CBl.\frac{dv}{dt} = ClBa.$$

- Vì dòng điện qua thanh theo chiều từ A → B theo qui tắc bàn tay trái thì lực tác dụng lên AB có chiều hướng vào tụ điện và có $f = Bil = C.B^2l^2a$
- Hợp lực tác dụng lên thanh

$$\vec{F} + \vec{f} = m\vec{a} \ (*)$$

- Chiếu (*) lên chiều của lực $\vec{F}$:

$$F - f = ma \Leftrightarrow F = a(m + CB^2l^2a)$$

$$\Leftrightarrow a = \frac{F}{m + C.B^2l^2} = \frac{0,01}{2.10^{-3} + 10^{-2}.25.10^{-2}} = \frac{10}{2 + 0,025} = 4,9 \text{ m/s}^2$$

Vậy gia tốc của thanh là 4,9 m/s^2.

7. Cho $\begin{cases} C = 10^{-2}F \\ m = 4g,\ l = 1m \\ B = 0,2J \\ a = 10\ m/s^2 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} F = ?$

Giải

Lí luận giống bài 6 nhưng trường hợp này $\vec{f}$ hướng theo $\vec{F}$ nên:

$$f + F = ma$$

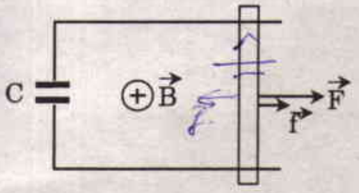
$$\Leftrightarrow CB^2l^2a + F = ma$$

$$\Leftrightarrow F = a(m - CB^2l^2)$$

$$= 10\,(4.10^{-3} - 10^{-2}.4.10^{-2})$$

$$= 10.4.10^{-3}\,(1 - 0,1)$$

$$= 3,6.10^{-2}N$$



Vậy $F = 3,6.10^{-2}N$.

Dạng 4: Độ tự cảm cuộn dây – Năng lượng từ trường

8. Cho $\begin{cases} l = 40\text{cm} = 0{,}4\text{m} \\ \text{N} = 800\text{vòng} \\ \text{d} = 10\text{cm} = 10^{-1}\text{m} \\ \text{I} = 2\text{A} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \text{a) Tìm L} \\ \text{b) } \Phi \end{cases}$

Giải

a) Độ tự cảm của ống dây

$$L = 4\pi.10^{-7}\frac{N^2S}{l}$$

Với $S = \pi.\dfrac{d^2}{4} = \pi.\dfrac{10^{-2}}{4}\ (m^2)$

$$\rightarrow L = 4\pi.10^{-7}.\frac{64.10^4\dfrac{\pi}{4}.10^{-2}}{4.10^{-1}} = 16.\pi^2.10^{-4}\ (H)$$

Vậy L = 0,016 (H)

b) Từ thông qua mỗi vòng dây

$$\Phi = BS = 4\pi.10^{-7}\frac{N}{l}.I.S = 4\pi.10^{-7}\frac{8.10^2}{4.10^{-1}}.2.\pi.\frac{10^{-2}}{4}$$

$$= 4.\pi^2.10^{-6} = 39{,}4.10^{-6}\ (Wb)$$

9. Cho $\begin{cases} L = 0{,}08\text{H} \\ I = 2\text{A} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} W_t = ?$

Giải

$$W_t = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}.8.10^{-3}.4$$

Vậy $W_t = 16.10^{-3}$ (J)

10. Cho $\begin{cases} l = 30\text{cm} = 0{,}3\text{m} \\ \text{d} = 2\text{cm} = 2.10^{-2}\text{m} \\ \text{N} = 1500\text{ vòng} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) L = ?} \\ \text{b) I = 2A, tìm } W_t? \\ \text{c) } \Delta t = 0{,}01\text{s, tìm } \varepsilon_L \end{cases}$

Giải

a) Tìm L

$$L = 4\pi.10^{-7}.\frac{N^2S}{l}$$

Với $S = \pi\dfrac{d^2}{4} = \pi.\dfrac{4.10^{-4}}{4} = \pi.10^{-4}\ (m^2)$

$$\rightarrow L = 4\pi.10^{-7}.\frac{225.10^{4}.\pi.10^{-4}}{3.10^{-1}} = 300\pi^{2}.10^{-6}$$

Vậy $L = 29{,}6.10^{-4}$ (H)

b) $W_t = ?$

$$W_t = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}\,2{,}96.10^{-4}.4 = 59{,}2.10^{-4}\text{ (J)}$$

c) $\varepsilon_L = ?$

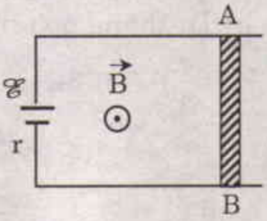
$$\varepsilon_L = L\left|\frac{\Delta I}{\Delta t}\right| = 29{,}6.10^{-4}.\frac{2}{2.10^{-2}} = 29{,}6.10^{-2}.$$

Vậy $\varepsilon_L = 0{,}96$ (V).

IV. Bài tập tương tự

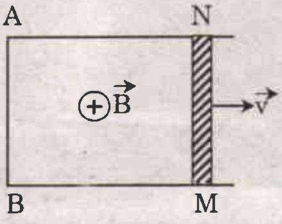
1. Một dây dẫn dài $l = 100$cm, chuyển động với vận tốc v = 0,9 km/s cắt vuông góc các đường cảm ứng từ của một từ trường đều có B = 0,1J. Tính từ thông xuyên qua diện tích mà nó quét được trong thời gian 1s và suất điện động ở hai đầu dây.

2. Cho E = 10W, r = 0,2Ω, AB = 20cm, $R_{AB} = 10\Omega$, B = 0,1T. Điện trở dây nối và hai thanh không đáng kể.

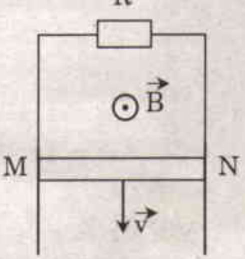


   a) Tìm chiều chuyển động của thanh AB
   b) Tìm suất điện động cảm ứng trên AB khi AB trượt với vận tốc 10 m/s
   c) Tìm cường độ dòng điện trong mạch ở thời điểm trên.

3. a) Cho $l = 0{,}15$m, B = 0,5T, v = 4 m/s. Tìm ε_C và I_C nếu điện trở của khung ABMN là 2Ω
   b) Nối A với cực dương, B với cực âm của nguồn điện (9V – 1Ω). Xác định lực $\vec{F}$ tác dụng lên l.



4. Cho MN = 80cm, m = 2,5g trượt không ma sát từ trên xuống với vận tốc v = 1 m/s. Cho B = 0,2T, g = 10 m/s^2. Tìm ε_C, I_C & R.



xoak / ♥ love!

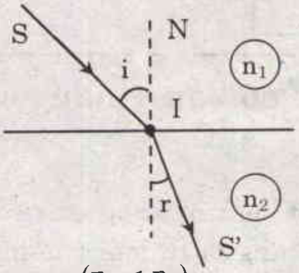
Chương VI

KHÚC XẠ ÁNH SÁNG

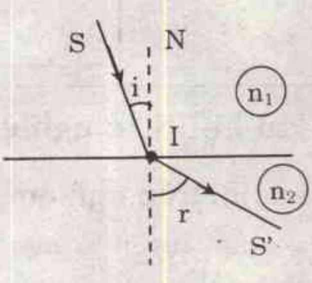
Bài 16. HIỆN TƯỢNG KHÚC XẠ ÁNH SÁNG – HIỆN TƯỢNG PHẢN XẠ TOÀN PHẦN

I. Kiến thức cần nắm

1. Định luật khúc xạ ánh sáng:



($n_1 < n_2$)



($n_1 > n_2$)

- SI: tia tới
- IS': tia khúc xạ
- IN: pháp tuyến
- i là góc hợp bởi tia tới và pháp tuyến, được gọi là góc tới
- r là góc hợp bởi tia khúc xạ và pháp tuyến được gọi là tia khúc xạ

* Biểu thức:

$$\boxed{\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}} \quad \text{hay} \quad \boxed{n_1 \sin i = n_2 \sin r}$$

- n_1: là chiết suất môi trường tới
- n_2: là chiết suất môi trường khúc xạ
- Đặt $n = \frac{n_2}{n_1}$: n là chiết suất tỉ đối của môi trường khúc xạ với môi trường tới.

  + $n = 1 \rightarrow i = r$: tia sáng truyền thẳng
  + $n > 1 \rightarrow i > r$: tia khúc xạ đi gần pháp tuyến hơn so với tia tới
  + $n > 1 \rightarrow i < r$: tia khúc xạ đi xa pháp tuyến hơn so với tia tới.

* Liên hệ giữa chiết suất và vận tốc:

$$\boxed{\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}}$$

2. Hiện tượng phản xạ toàn phần

Điều kiện xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần:

$$\begin{cases} \text{– Tia sáng đi từ môi trường có chiết suất} \\ \quad \text{lớn sang môi trường có chiết suất nhỏ} \\ \text{– Góc tới } i > i_{gh} \end{cases}$$

- i_{gh} được tính bởi:

$$\boxed{\sin i_{gh} = \frac{\text{chiết suất nhỏ}}{\text{chiết suất lớn}}}$$

II. Câu hỏi trắc nghiệm & Bài tập cơ bản + nâng cao

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. Tia sáng truyền từ môi trường có chiết suất n_1 sang môi trường có chiết suất n_2, chiết suất tỉ đối khi tia sáng đi từ môi trường 1 sang môi trường 2 là:

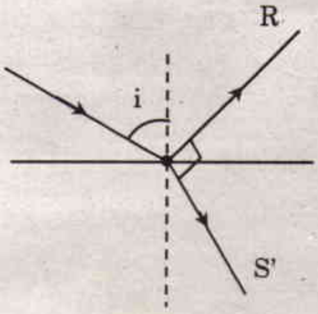
a. $\frac{n_1}{n_2}$ b. $\frac{n_2}{n_1}$ c. $n_2 - n_1$ d. $\frac{n_2 - n_1}{n_1}$.

2. Tia sáng truyền từ môi trường có chiết suất n_1 sang môi trường có chiết suất n_2, so sánh góc tới i và góc khúc xạ r trong các trường hợp sau:

a. Nếu $n_1 < n_2$ thì $i < r$ b. Nếu $n_1 > n_2$ thì $i > r$

c. Nếu $n_1 > n_2$ thì $i < r$ d. Nếu $n_1 < n_2$ thì $i \le r$.

3. Cho đường đi tia sáng từ không khí vào môi trường có chiết suất n như hình vẽ: SI là tia tới, SI là tia khúc xạ, IR là tia phản xạ. Hệ thức xác định giữa góc tới và chiết suất n là.



a. $\sin i = n$

b. $\tan i = n$

c. $\sin i = \frac{1}{n}$

d. $\cot i = n$

4. Biểu thức nào sau đây xác định mối quan hệ giữa chiết suất và vận tốc của ánh sáng truyền trong môi trường.

a. $\frac{n_1}{n_2} = \frac{v_1}{v_2}$ b. $\frac{n_1}{n_2} = 2\frac{v_1}{v_2}$ c. $\frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1}$ d. $\frac{n_1}{n_2} = 2\frac{v_2}{v_1}$.

5. Tia sáng đi từ nước $\left(n = \frac{4}{3}\right)$ ra không khí. Sự phản xạ toàn phần xảy ra khi góc tới:

a. $i < 49^0$ b. $i > 40^0$ c. $i > 42^0$ d. $i > 43^0$.

6. Xét tia sáng đi từ môi trường có chiết suất n_1 sang môi trường chiết suất n_2 với góc tới i. Gọi i_{gh} là góc giới hạn, hiện tượng phản xạ toàn phần xảy ra khi

a. $n_1 < n_2$ và $i < i_{gh}$ b. $n_1 > n_2$ và $i < i_{gh}$

c. $n_1 > n_2$ và $i > i_{gh}$ d. $n_1 > n_2$ và $i = i_{gh}$.

7. Một tia sáng truyền từ môi trường có chiết suất $n_1 = \sqrt{2}$ vào môi trường có chiết suất khác n_2 để tia sáng tới gặp mặt phân cách hai môi trường dưới góc tới $i \le 60^0$ sẽ xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần thì n_2 phải thỏa điều kiện.

a. $n_2 < \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$ b. $n_2 > \frac{\sqrt{3}}{2}$ c. $n_2 < \sqrt{2}$ d. $n_2 > \sqrt{2}$.

8. Chiếu một tia sáng từ môi trường có chiết suất n_1 sang môi trường có chiết suất n_2 dưới góc tới i. Nếu tăng góc tới lên gấp hai lần thì góc khúc xạ sẽ:

a. Tăng gấp hai lần b. Giảm một nửa

c. Tăng ít hơn hai lần d. Tăng gấp hơn hai lần.

B. Bài tập

Dạng 1: Các bài toán liên quan đến định luật khúc xạ

+ Áp dụng:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1} \Leftrightarrow n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

+ Sử dụng các kiến thức hình học:

- Góc có cạnh tương ứng vuông góc
- Góc trong & góc ngoài của tam giác
- Hệ thức lượng giác

1. Chiếu tia sáng từ không khí vào nước sao cho tia sáng tới hợp với mặt nước một góc 60^0. Tìm góc lệch của tia sáng. Cho chiết suất nước là $\frac{4}{3}$.

2. Tia sáng truyền từ không khí vào môi trường có chiết suất n dưới góc tới 60^0. Hai tia phản xạ và khúc xạ vuông góc nhau. Tìm chiết suất n của môi trường.

3. Một bể chứa nước có thành cao 80m. Ánh sáng chiếu theo phương nghiêng 30^0 so với mặt nước trong bể. Xác định độ dài bóng đen ở đáy bể khi chiều cao lớp nước trong bể là 60cm. Cho chiết suất nước $n = \frac{4}{3}$.

4. Một bản mặt song có bề dày 10cm, chiết suất $n = \sqrt{2}$ được đặt trong không khí. Chiếu tới bản một tia sáng SI có góc tới 30 Tính

a) Khoảng cách giữa điểm tới và điểm ló

b) Khoảng cách giữa góc tia ló và tia tới

5. Một cái cột cắm thẳng đứng trong một bể rộng dựng nước có đáy nằm ngang. Phần cột nhô lên mặt nước là 0,6m, bóng cột trên mặt nước là 0,8m, bóng cột dưới đáy bể là 1,7m. Tìm chiều sâu của lớp nước. Cho $n = \frac{4}{3}$.

Dạng 2: Phản xạ toàn phần

Điều kiện xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần:

- Tia sáng đi từ môi trường chiết suất lớn sang môi trường chiết suất nhỏ.
- Góc tới $i = \dfrac{\text{chiết suất nhỏ}}{\text{chiết suất lớn}}$

6. Một tia sáng tới mặt trên của một khối chất lỏng dưới góc tới 45^0. Tìm điều kiện về chiết suất n để tia sáng phản xạ toàn phần ở mặt bên.

7. Một sợi cáp quang hình trụ làm bằng chất dẻo trong suốt. Mọi tia sáng đi xiên góc vào qua đáy đều bị phản xạ toàn phần ở thành và chỉ ló ra ở đáy thứ hai. Tìm chiết suất của sợi cáp quang phải thỏa điều kiện.

8. Một tia sáng chiếu tới mặt trên của một khối chất lỏng trong suốt dưới góc tới 45^0. Chiết suất nhỏ nhất của khối chất lỏng đó bằng bao nhiêu để tia sáng phản xạ toàn phần ở mặt bên. Biết mặt phẳng tới vuông góc với mặt bên.

III. Hướng dẫn trả lời câu hỏi trắc nghiệm và bài tập

A. Câu hỏi trắc nghiệm

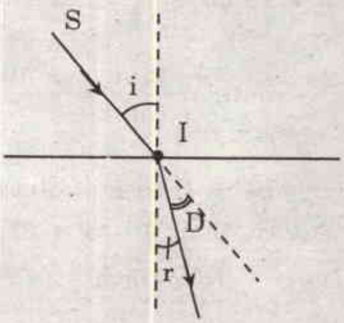
1. b **2.** c **3.** b **4.** c **5.** b **6.** c **7.** c **8.** c

B. Bài tập

Dạng 1: Khúc xạ ánh sáng

1. Cho $\begin{cases} i = 30^0 \\ n = \dfrac{4}{3} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}}$ góc lệch.

Giải



Áp dụng định luật khúc xạ ánh sáng

sini = nsinr

$$\Leftrightarrow \sin r = \frac{\sin i}{nr} = \frac{\sin 30^0}{\frac{4}{3}}$$

$$\Leftrightarrow \sin r - \frac{3}{8} \Rightarrow r = 22^0$$

– Góc lệch D:

$D = i - r = 30^0 - 22^0 = 8^0$.

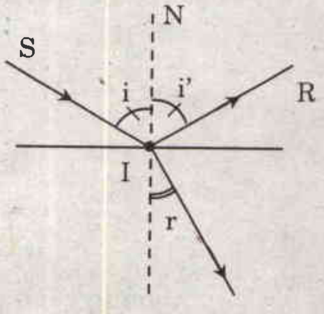
2. Cho $\begin{cases} i = 60^0 \\ \text{Tia khúc xạ vuông} \\ \text{góc tia phản xạ} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}}$ n.

Giải

– Áp dụng định luật khúc xạ ánh sáng: sini = nsinr

– Do tia khúc xạ vuông góc tia phản xạ

$r + i' = 90^0$



Theo định luật phản xạ ánh sáng: i' = i

$\Rightarrow r + i = 90^0$

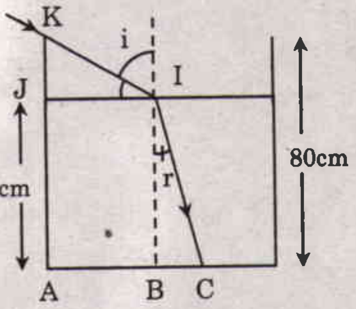
mà $i = 60^0 \Rightarrow r = 30^0$

$$\rightarrow n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 60^0}{\sin 30^0} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3}$$

Vậy $n = \sqrt{3}$.

3. Cho $\begin{cases} \text{Thành bể } 80cm \\ h = 60cm \\ n = \dfrac{4}{3} \\ i = 60^0 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}}$ độ dài bóng ở đáy bể.

Giải



– Độ dài bóng đen ở đáy bể là AC

$AC = AB + BC$

- $IJ = \dfrac{JK}{\tan 30^0} = 20\sqrt{3}\,(cm)$

$\rightarrow AB = IJ = 20\sqrt{3}\ (cm)$

- $BC = ?$

+ Ta có: $\sin i = n \sin r$

$$\leftrightarrow \sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{\sin 60^0}{\frac{4}{3}} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{4}{3}} = \frac{3\sqrt{3}}{8} \rightarrow r = 40{,}5^0$$

+ $BC = IB\tan r = 60.\tan 40{,}5^0 = 51{,}6$ cm

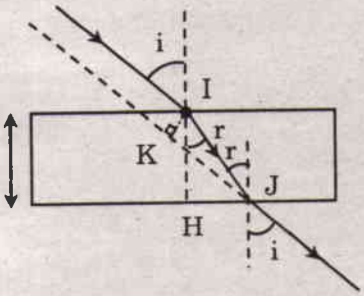
Vậy $AC = 20\sqrt{3} + 51{,}6 = 86{,}2$ cm

4. Cho $\begin{cases} e = 10cm \\ n = \sqrt{2} \\ i = 30^0 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}}$ a) Tìm khoảng cách giữa điểm tới và điểm ló

b) Khoảng cách giữa tia ló và tia tới

Giải

a) Tìm khoảng cách giữa điểm tới và điểm ló:



- Tại I: $\sin i = n\sin r$

$$\Leftrightarrow \sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{\frac{1}{2}}{\sqrt{2}} \rightarrow r = 20{,}7^0$$

- Ta có: $\tan r = \dfrac{HJ}{e}$

$\leftrightarrow HJ = e\tan r = 10.\tan 20{,}7^0 = 3{,}8cm$

Vậy khoảng cách giữa điểm tới và điểm ló là 3,8cm

b) Tìm IK

- Ta có $\widehat{IJK} = i - r = 30^0 - 20{,}7^0 = 9{,}3^0$

- $\sin\widehat{IJK} = \dfrac{IK}{IJ} = \dfrac{IK}{\sqrt{HI^2 + HJ^2}}$

$\Leftrightarrow IK = \sin\widehat{IJK}.\sqrt{HI^2 + HJ^2} = \sin 9{,}3\sqrt{10^2 + 3{,}8^2} = 1{,}73\text{cm}.$

5. Ta có

- $\sin i = \dfrac{KI}{IJ} = \dfrac{KI}{\sqrt{KJ^2 + KI^2}} = \dfrac{0{,}8}{\sqrt{0{,}6^2 + 0{,}8^2}} = 0{,}8$
- Áp dụng định luật khúc xạ ánh sáng:

$\sin i = n\sin r$

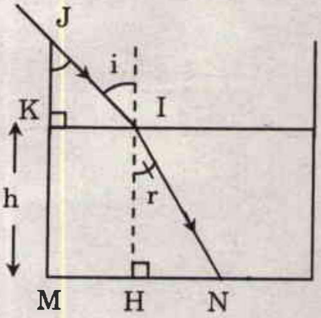
$\Leftrightarrow \sin r = \dfrac{\sin i}{n} = \dfrac{0{,}8}{\frac{4}{3}} = 0{,}6$

- Ta có: $1 + \cot g^2 r = \dfrac{1}{\sin^2\alpha} \rightarrow \cot g r = 1{,}8$

mà $\cot g r = \dfrac{IH}{HN} \Leftrightarrow IH = HN.\cot g r$

$(MN - MH).\cot g r = (1{,}7 - 0{,}8).1{,}8 = 1{,}62\text{cm}$

Vậy chiều sâu lớp nước là: 1,62m

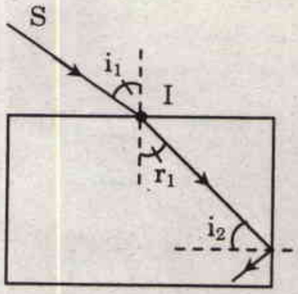


Dạng 2: Phản xạ toàn phần

6. Cho: $i_1 = 45^0$. Tìm điều kiện về n để tia sáng phản xạ toàn phần ở mặt bên

Tại I: $\sin i_1 = n\sin r_1$

$\Leftrightarrow \sin 45^0 = n\sin r_1 \Leftrightarrow \dfrac{1}{\sqrt{2}} = n\sin r_1$ (1)



- Để tia sáng phản xạ toàn phần ở mặt bên thì góc tới i_2 phải thỏa:

$i_2 > i_{gh} \Leftrightarrow \sin i_2 > \sin i_{gh} \Leftrightarrow \sin i_2 > \dfrac{1}{n}$ (2)

Mà $i_2 + r_1 = 90^0 \leftrightarrow r_1 = 90 - i_2 \leftrightarrow \sin r_1 = \sin(90^0 - i_2)$

$\leftrightarrow \sin r_1 = \cos i_2$ (3)

- Từ (2) và (3) $\Rightarrow \sqrt{1 - \sin^2 r_1} > \dfrac{1}{n}$

Thế (1) vào (4), ta được:

$$\sqrt{1 - \frac{1}{2n^2}} > \frac{1}{n} \Rightarrow n > \sqrt{\frac{3}{2}}$$

7. – Để xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần ở mặt bên thì $\forall i_2 > i_{gh}$ (1)

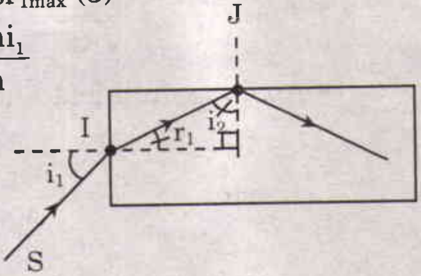
– Như vậy với i_2 nhỏ nhất cũng phải thỏa (1), tức là: $i_{2min} > i_{gh}$ (2)

Mà: $i_2 + r_1 = 90^0$

$\Leftrightarrow i_2 = 90^0 - r_1 \qquad \Rightarrow i_{2min}$ khi r_{1max} :

$i_{2min} = 90^0 - r_{1max} \Leftrightarrow \sin i_{2min} = \cos r_{1max}$ (3)

- Tại I: $\sin i_1 = n\sin r_1 \Leftrightarrow \sin r_1 = \dfrac{\sin i_1}{n}$



Để r_{1max} = thì $\sin i_1 = 1$

$\Rightarrow \sin r_{1max} = \dfrac{1}{n}$ (4)

– Từ (2) $\Leftrightarrow \sin i_{2min} > \dfrac{1}{n}$ (5)

– Từ (3) và (5) $\Rightarrow \cos r_{1max} > \dfrac{1}{n}$

$\Leftrightarrow \sqrt{1-\sin^2 r_{1max}} > \dfrac{1}{n}$ (6)

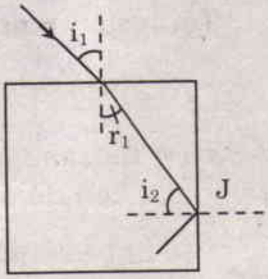
– Từ (4) và (6): $\sqrt{1-\dfrac{1}{n^2}} > \dfrac{1}{n} \Rightarrow n > \sqrt{2}$

8. Để xảy ra phản xạ toàn phần ở mặt bên thì: $i_2 \geq i_{gh}$

$\Leftrightarrow \sin i_2 \geq \sin i_{gh} = \dfrac{1}{n}$ (1)

mà $i_2 + r_1 = 90^0 \leftrightarrow i_2 = 90^0 - r_1$

$\leftrightarrow \sin i_2 = \cos r_1$ (2)



– Từ (1) & (2) $\Rightarrow \cos r_1 \geq \dfrac{1}{n}$

$\Leftrightarrow \sqrt{1-\sin^2 r_1} \geq \dfrac{1}{n}$ (3)

Tại I: $\sin i_1 = n \sin_1 \leftrightarrow \dfrac{1}{\sqrt{2}} = n\sin r_1$ (4)

– Từ (3) và (4), ta được:

$$\sqrt{1-\frac{1}{2n^2}} \geq \frac{1}{n} \Leftrightarrow 1-\frac{1}{2n^2} \geq \frac{1}{n^2} \Rightarrow n \geq \sqrt{\frac{3}{2}}$$

Vậy $n_{min} = \sqrt{\dfrac{3}{2}}$

IV. Bài tập tương tự

1. Một các cột cắm thẳng đứng trong một bể đựng nước có đáy nằm ngang. Phần cột nhô lên mặt nước là 0,5m, bóng cột trên mặt nước là 0,5m, bóng cột dưới đáy bể lá 1,2m. Tính chiều sâu của bể nước. Cho $n = \frac{4}{3}$.

2. Một cái cột dài 2m cắm thẳng đứng trong một kệ dựng nước. Gậy nhô lên khỏi mặt nước là 0,5m. Ánh sáng chiếu xuống hồ theo phương hợp với mặt nước 90^0. Tìm chiều dài của bóng cây cột ở dáy hồ. Cho $n = \frac{4}{3}$.

3. Một khối thủy tinh hình bán cầu có bán kính R, chiết suất n= 1,5. Một tia sáng SI được chiếu thẳng góc tới mặt phẳng của bán cầu.

a) Xác định góc khúc xạ của tia sáng ra khỏi bán cầu, khi điểm tới của tia sáng gặp mặt phẳng của bán cầu tại I cách tâm 1 đoạn $\frac{R}{2}$.

b) Điểm tới I trong vòng nào thì không có tia sáng ló ra khỏi mặt cầu.

4. Một khối thủy tinh có chiết suất n = 1,5, tiết diện thẳng là tam giác vuông cân tại B, chiếu vuông góc tới mặt AB một chùm sáng song song SI. Tính góc lệch làm bởi tia ló và tia tới.

Chương VII

love !

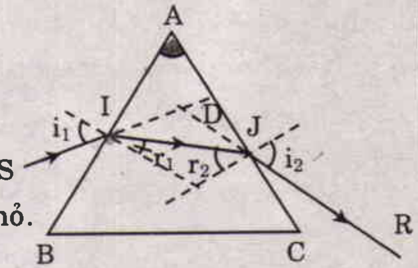
MẮT CÁC DỤNG CỤ QUANG

Bài 17. LĂNG KÍNH

I. Kiến thức cần nắm

1. *Định nghĩa:* là một khối chất trong suốt hình lăng trụ đứng, có tiết diện là tam giác.

2. *Các công thức:*



- Tại I: $\sin i_1 = n\sin r_1$
- . Tại J: $\sin i_2 = n\sin r_2$
- Góc chiết quang: $A = r_1 + r_2$
- Góc lệch: $D = i_1 + i_2 - A$

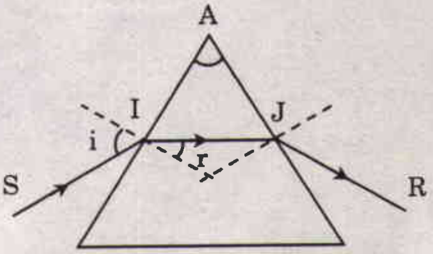
* Khi góc tới i và góc chiết quang nhỏ.

- $i_1 = nr_1$
- $i_2 = nr_2$
- $D = A(n - 1)$

* Góc lệch cực tiểu thì tia tới và tia ló đối xứng nhau qua mặt phẳng phân giác của góc A.

- $i_1 = i_2 = i$
- $r_1 = r_2 = r = \dfrac{A}{2}$
- $D_{min} = 2i - A$
- Chiết suất:

$$n = \frac{\sin\left(\dfrac{D_{min} + A}{2}\right)}{\sin\dfrac{A}{2}}$$



* *Chú ý:* Khi xảy ra góc lệch cực tiểu mọi sự thay đổi góc tới đều làm cho D tăng.

II. Câu hỏi trắc nghiệm và bài tập cơ bản + nâng cao

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. Một lăng kính bằng thủy tinh và chiết suất n, có góc chiết quang A. Để tia sáng tới mặt bên có thể ló ra ở mặt thứ hai thì góc A phải:

a. Nhỏ hơn góc giới hạn của thủy tinh.

b. Nhỏ hơn 90^0

c. Nhỏ hơn hai lần góc giới hạn của thủy tinh

d. Góc A có giá trị bất kì.

2. Khi xảy ra góc lệch cực tiểu D_{min}, nếu:

a. Giảm i thì D giảm

b. Tăng i, giảm i, D vẫn không tăng

c. Tăng hay giảm i, đều làm cho D tăng.

d. Cả a, b, c đều sai

3. Khi xảy ra góc lệch cực tiểu, để tính được chiết suất của lăng kính thì cần có góc:

a. Chiết quang A		b. Tia tới i

c. Chiết quang A và D_{min}.		d. Lệch cực tiểu D_{min}.

4. Để có tia sáng ló ra khỏi mặt bên thứ hai của lăng kính thì góc chiết quang phải thỏa:

a. $A < i_{gh}$		b. $A > i_{gh}$		c. $A \geq 2i_{gh}$		d. $A \leq 2i_{gh}$

5. Một tia sáng đơn sắc chiếu vuông góc lên mặt bên của một lăng kính có góc chiết quang $A = 30^0$ và thu được góc lệch $D = 30^0$. Chiết suất của chất tạo ra lăng kính đó bằng

a. $n = \frac{\sqrt{2}}{2}$		b. $n = \sqrt{2}$		c. $n = \frac{\sqrt{3}}{2}$		d. $n = \sqrt{3}$

B. Bài tập

Dạng 1: Tìm góc lệch

Áp dụng các công thức

* Kính đặt trong không khí:

$$\sin i_1 = n\sin r_1$$
$$\sin i_2 = n\sin r_2$$
$$A = r_1 + r_2$$
$$D = i + i_2 - A$$

* Lăng kính đặt trong môi trường có chiết suất n'.

$$n'\sin i_1 = n\sin r_1$$
$$n'\sin i_2 = n\sin r_2$$

1. Lăng kính có tiết diện là một tam giác đều, chiết suất $n = \sqrt{2}$, đặt trong không khí. Chiếu tia sáng vào mặt bên dưới góc tới 45^0. Tìm góc lệch D
2. Chiếu tia sáng vuông góc với mặt bên của lăng kính có góc chiết quang $A = 30^0$ thì thấy tia sáng ló ra sát mặt bên của lăng kính. Tìm chiết suất n.
3. Mặt lăng kính thủy tinh có chiết suất $n = 1,5$; tiết diện chính là một tam giác đều, đặt trong không khí
   a) Tính góc lệch của tia sáng qua lăng kính khi góc tới bằng 30^0.
   b) Tính góc lệch của tia sáng qua lăng kính khi tia tới vuông góc với mặt bên.
4. Cho lăng kính có góc chiết quang $A = 50^0$, chiết suất $n = \sqrt{2}$. Tính góc lệch khi góc tới $i_1 = 45^0$ cho thấu kính đặt trong nước có $n' = \frac{4}{3}$

Dạng 2: Góc lệch cực tiểu

– Khi xảy ra góc lệch cực tiểu thì tia tới và tia ló đối xứng nhau qua mặt phân giác, khi đó:

- $i_1 = i_2 = i$
- $r_1 = r_2 = r = \frac{A}{2}$
- $D_{min} = 2i - A$
- Chiết suất: $n = \dfrac{\sin\left(\dfrac{D_{min} + A}{2}\right)}{\sin\dfrac{A}{2}}$

– Khi xảy ra góc lệch cực tiểu thì mọi sự thay đổi góc tới đều làm cho D tăng.

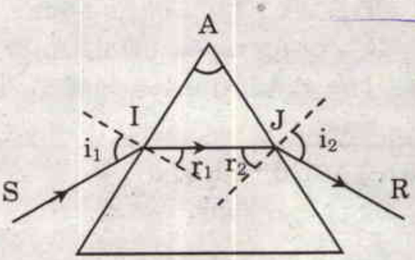
5. Cho lăng kính có góc ở chiết quang $A = 60^0$. Chùm sáng qua lăng kính có góc lệch cực tiểu $D_{min} = 42^0$. Tìm góc tới và chiết suất của lăng kính.
6. Một lăng kính thủy tinh có chiết suất $n = 1,5$. Một tia sáng qua lăng kính có góc lệch cực tiểu bằng góc chiết quang A. Tính A
7. Lăng kính thủy tinh có chiết suất $n = 1,5$, góc $A = 60^0$. Chiếu một chùm tia sáng hẹp tới lăng kính trong mặt phẳng của tiết diện vuông góc.
   a) Tính góc tới để tia tới và tia ló đối xứng nhau qua mặt phân giác của góc chiết quang.
   b) Tính góc lệch.

Dạng 3. Tìm điều kiện để có tia ló

- Điều kiện về góc chiết quang: $A \le 2i_{gh}$

Chứng minh

- Tại I



$\sin i_1 = n\sin r_1$

$\leftrightarrow \sin r_1 = \dfrac{\sin i_1}{n}$

$\Rightarrow \sin r_1 \le \dfrac{1}{n}$

$\Leftrightarrow \sin r_1 \le \sin i_{gh}$

$\Rightarrow r_1 \le i_{gh}$ (1)

- Tại J

Để có tia ló thì: $r_2 \le i_{gh}$ (2)

- Lấy (1) + (2):

$r_1 + r_2 \le 2i_{gh}$

hay $A \le 2i_{gh}$

Điều kiện về góc tới

Do $r_2 \le i_{gh}$

$\Leftrightarrow A - r \le i_{gh}$ $\Leftrightarrow r_1 \ge A - i_{gh}$

$\Leftrightarrow \sin r_1 \ge \sin(A - i_{gh})$ $\Leftrightarrow \sin i_1 \ge n\sin(A - i_{gh})$

Đặt $\sin i_0 = n\sin(A - i_{gh})$

$\Rightarrow \sin i_1 \ge \sin i_0 \Rightarrow i_1 \ge i_0$

8. Một lăng kính ABC có chiết suất $n = \sqrt{2}$ đặt trong không khí. Tìm điều kiện về góc chiết quang A và góc tới i để có tia ló. Cho $A = 75^0$.

9. Một lăng kính có góc chiết quang $A = 60^0$, chiết suất $n = 1{,}5$ đặt trong không khí. Tính góc tới i_1 để có tia ló ra khỏi lăng kính.

Dạng 4: Tìm điều kiện về góc tới i để không có tia ló ra ở mặt bên thứ hai

– Để không có tia ló ra ở mặt bên thứ hai thì $r_2 > i_{gh}$

$\Leftrightarrow A - r_1 > i_{gh} \Leftrightarrow r_1 < A - i_{gh}$

$\leftrightarrow \sin r_1 < \sin(A - i_{gh})$

$\Leftrightarrow \sin i_1 < n\sin(A - i_{gh})$

Đặt $\sin i_0 = n\sin(A - i_{gh})$

$\Rightarrow \sin i_1 < \sin i_0 \Rightarrow i_1 < i_0$

10. Lăng kính có chiết suất $n = \sqrt{2}$, góc chiết quang $A = 60^0$. Một tia sáng tới SI từ phía đáy đi lên gặp một mặt bên dưới góc tới i_1. Xác định i_1 để không có tia ló.

11. Lăng kính tam giác đều ABC có chiết suất n = 1,5

a) Tia sáng tới SI song song BC. Tìm tia ló. Tính góc mà nó hợp với pháp tuyến tại điểm ló.

b) Tìm điều kiện về góc tới i để có sự phản xạ toàn phần ở mặt thứ 2.

Dạng 5: Góc nhỏ:

- $i_1 = nr_1$
- $i = nr_2$
- $D = A(n - 1)$

12. Một lăng kính có góc chiết quang $A = 8^0$, chiết suất n = 1,5. Chiếu tia sáng thẳng góc ở mặt bên thứ nhất. Tìm góc lệch

III. Hướng dẫn trả lời câu hỏi trắc nghiệm & giải bài tập

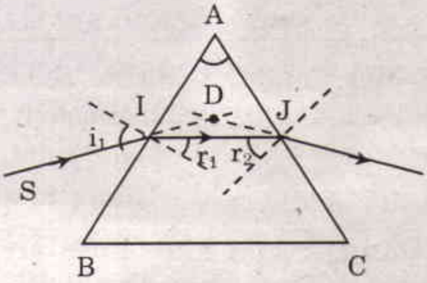
A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. c **2.** c **3.** c **4.** d **5.** d

B. Bài tập

1. Cho $\begin{cases} A = 60^0 \\ n = \sqrt{2} \\ i_1 = 45^0 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} D$

Giải



- Tại I: $\sin i_1 = n\sin r_1$

$\Leftrightarrow \sin r_1 = \dfrac{\sin i_1}{n} = \dfrac{\sin 45^0}{\sqrt{2}} = \dfrac{1}{2}$

$\Rightarrow r_1 = 30^0$

- Mà $A = r_1 + r_2$

$\Leftrightarrow r_2 = A - r_1 = 60^0 - 30^0 = 30^0$

- Tại J: $\sin i_2 = n\sin r_2 = n\sin 30^0 = \dfrac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow i_2 = 45^0$

- Góc lệch: $D = i_1 + i - A = 90 - 60 = 30^0$

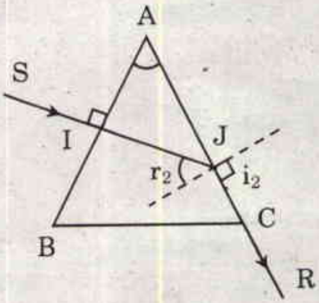
Nhận xét: vì $i_1 = i_2 = 45^0$

$r_1 = r_2 = 30^0$

$\Rightarrow$ Xảy ra góc lệch cực tiểu: $D_{min} = 2i - A = 90^0 - 60^0 = 30^0$

2. Cho $\begin{cases} A = 30^0 \\ i_2 = 90^0 \xrightarrow{\text{Tìm}} n = ? \\ i_1 = 0 \end{cases}$

Giải



+ Tại I:

$$i_1 = 0 \rightarrow r_1 = 0$$

+ Tại J:

$$\sin i_2 = n\sin r_2$$

$$\Leftrightarrow \sin 90^0 = n \sin 30^0$$

$$\Leftrightarrow 1 = n.\frac{1}{2} \Rightarrow n = 2$$

Vậy chiết suất bằng 2

3. cho $\begin{cases} A = 30^0 \\ n = 1,5 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } D = ? \text{ khi } i_1 = 30^0 \\ \text{b) } D = ? \text{ khi } i_1 = 0 \end{cases}$

Giải

a) $D = ?$ khi $i_1 = 30^0$

- Tại I: $\sin i_1 = n\sin r_1$

$$\sin 30^0 = n\sin r_1$$

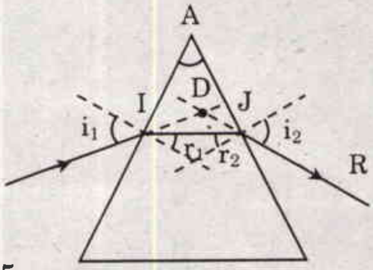
$$\Leftrightarrow \sin r_1 = \frac{\sin 30^0}{n} = \frac{\frac{1}{2}}{1,5} = 0,33$$

$$\rightarrow r_1 = 19,3^0$$

- Mà $A = r_1 + r_2 \Leftrightarrow r_2 = A - r_1 = 30 - 19,3 = 10,7^0$
- Tại J: $\sin i_2 = n\sin r_2 = 1,5.\sin 10,7^0 = 0,28$

$$\Rightarrow i_2 = 16,3^0$$

b) Khi $i_1 = 0$ thì $D = ?$



- Tại I:

$$i_1 = 0 \Rightarrow r_1 = 0$$

Mà $A = r_1 + r_2 \Rightarrow r_2 = A = 30^0$

- Tại J:

$$\sin i_2 = n\sin r_2 = 1,5.\sin 30^0 = 0,75$$

$$\Rightarrow i_2 = 48,6^0$$

$$\Rightarrow D = i_1 + i_2 - A = 0 + 48,6 - 30 = 18,6^0$$

Vậy $D = 18,6^0$

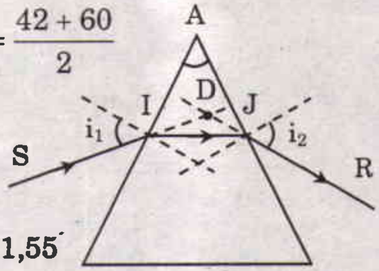
Dạng 2: Góc lệch cực tiểu

5. Cho $\begin{cases} A = 60^0 \\ D_{min} = 42^0 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} i, n = ?$

Giải

* i = ?

Ta có: $D_{min} = 2i - A \Leftrightarrow i = \dfrac{D_{min} + A}{2} = \dfrac{42 + 60}{2}$



$\Rightarrow i = 51^0$

* Chiết suất:

$$n = \frac{\sin\left(\dfrac{D_{min} + A}{2}\right)}{\sin\dfrac{A}{2}} = \frac{\sin 51^0}{\sin 30^0} = \frac{0{,}78}{0{,}5} = 1{,}55$$

Vậy n = 1,55

6. Cho $\begin{cases} n = 1{,}5 \\ D_{min} = A \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} A = ?$

Giải

Ta có: $r_1 = r_2 = r = \dfrac{A}{2}$

- $D_{min} = 2i - A$

Mà $A = D_{min} \Rightarrow A = 2i - A \Leftrightarrow i = A$

Mặt khác: sini = nsinr

$\Leftrightarrow \sin A = n\sin\dfrac{A}{2}$ $\qquad \Leftrightarrow 2\sin\dfrac{A}{2}\cos\dfrac{A}{2} = n\sin\dfrac{A}{2}$

$\Leftrightarrow \cos\dfrac{A}{2} = \dfrac{n}{2} = 0{,}75$ $\qquad \Rightarrow \dfrac{A}{2} = 41{,}4 \Rightarrow A = 82{,}8^0$

7. Cho $\begin{cases} A = 60^0 \\ n = 1{,}5 \\ \text{Góc lệch} \\ \text{cực tiểu} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } i = ? \\ \text{b) } D_{min} = ? \end{cases}$

Giải

a) Tính góc tới:

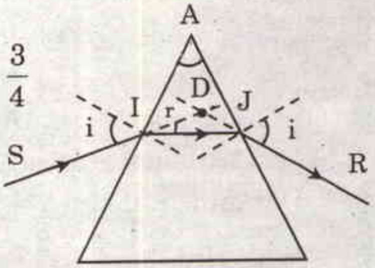
- Do tia tới và tia ló đối xứng qua mặt phân giác của góc chiết quang nên xảy ra góc lệch cực tiểu

- Ta có: $r_1 = r_1 = r = \dfrac{A}{2}$

$i_1 = i_2 = i$

$\Rightarrow \sin i = n\sin\dfrac{A}{2} = 1{,}5.\sin 30^0 = \dfrac{3}{4}$

$\Rightarrow i = 46{,}8^0$



b) Góc lệch:

$D_{min} = 2i - A = 2.\ 46{,}8 - 60^0 = 33{,}6^0$

Vậy $D_{min} = 33{,}6^0$

Dạng 3: Điều kiện để có tia ló

8. Cho $\begin{cases} A = 75^0 \\ n = \sqrt{2} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}}$ điều kiện của A và i để có tia ló.

Giải

* Điều kiện về A

Để có tia ló thì $A \le 2i_{gh}$

Với $\sin i_{gh} = \dfrac{1}{n} = \dfrac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow i_{gh} = 45^0 \Rightarrow A \le 90^0$

* Điều kiện về góc tới i

+ Để có tia ló thì:

- Tại J: $r_2 \le i_{gh}$

$\Leftrightarrow A - r_1 \le i_{gh}$

$\Leftrightarrow r_1 \ge A - i_{gh}$

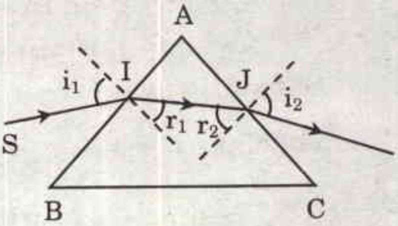
$\Leftrightarrow \sin r_1 \ge \sin(A - i_{gh})$

$\Leftrightarrow \sin i_1 \ge n\sin(A - i_{gh})$

Đặt $\sin i_0 = n\sin(A - i_{gh})$

$= 1{,}5.\sin(75^0 - 45^0)$

$= 1{,}5\sin 30^0 = \dfrac{3}{4}$



$\Rightarrow \sin i_1 \ge \dfrac{3}{4} \Rightarrow i_1 \ge 48{,}6^0$

Vậy tia sáng dẫn đến mặt bên dưới góc tới hơn hoặc bằng $48{,}6^0$ thì sẽ có tia ló ra lăng kính

9. Cho $\begin{cases} A = 60^0 \\ n = 1{,}5 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} i_1 = ?$ để có tia ló.

Giải

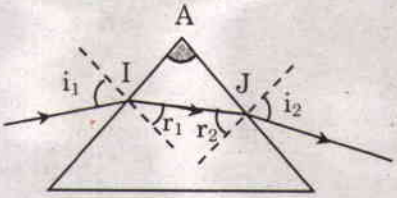
Để có tia ló thì tại J: $r_2 \le i_{gh}$

$\Leftrightarrow A - r_1 \le i_{gh}$

$\Leftrightarrow r_1 \ge A - i_{gh}$

$\Leftrightarrow \sin r_1 \ge \sin (A - i_{gh})$

$\Leftrightarrow \sin i_1 \ge n\sin(A - i_{gh})$



Đặt $\sin i_0 = n \sin(A - i_{gh})$

Với $\sin i_{gh} = \dfrac{1}{n} = \dfrac{2}{3}$

$\Rightarrow \sin i_0 = 1{,}5\sin(60^0 - 41{,}8^0)$

$\Rightarrow \sin i_1 \ge 0{,}47$

$\Rightarrow i_1 \ge 28^0$

Dạng 4. Tìm điều kiện của góc tới i để không có tia ló ra mặt bên thứ 2

10. Cho $\begin{cases} A = 60^0 \\ n = \sqrt{2} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} i_1$

Giải

Để không có tia ló thì tại mặt bên thứ 2 góc tới r_2 phải thỏa điều kiện: $r_2 > i_{gh}$

$\Leftrightarrow A - r_1 > i_{gh}$

$\Leftrightarrow r_1 < A - i_{gh}$

$\Leftrightarrow \sin r_1 < \sin (A - i_{gh})$

$\Leftrightarrow \sin i_1 < n\sin(A - i_{gh})$

Đặt $\sin i_0 = n \sin(A - i_{gh})$

Với $\sin i_{gh} = \dfrac{1}{n} = \dfrac{1}{\sqrt{2}} \rightarrow i_{gh} = 45^0$

$\Rightarrow \sin i_0 = \sqrt{2}\sin 15^0 \simeq 0{,}37$

$\Rightarrow \sin i_1 < 0{,}37$

$\Rightarrow i_1 < 21{,}7^0$

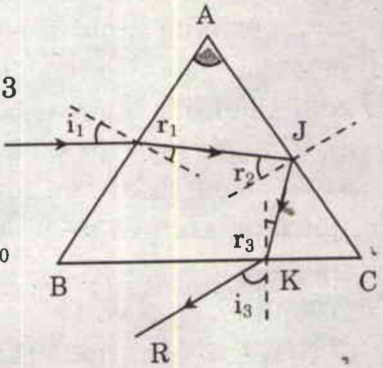
11. Cho

$\begin{cases} A = 60^0 \\ n = 1{,}5 \\ i_1 = 30^0 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}}$

a) Tìm tia ló, góc ló

b) Điều kiện i_1 để tia sáng phản xạ toàn phần ở mặt thứ 2

Giải



- Tại I: $\sin i_1 = n\sin r_1$

$$\Leftrightarrow \sin r_1 = \frac{\sin i_1}{n} = \frac{\sin 30^0}{1,556} = 0,33$$

$$r_1 = 18,7^0$$

- Tại J:

Ta có: $r_2 = A - r_1 = 60 - 18,7^0 = 41,2^0$

mà $\sin i_{gh} = \frac{1}{n} = \frac{1}{1,556} = 0,64$

$$\Rightarrow i_{gh} = 40^0$$

- Ta thấy tại J thì $r_2 > i_{gh}$ nên tia sáng phải xạ toàn phần đến gặp BC tại K với góc tới r_3.
- Dể thấy $r_3 = r_1 = 18,7^0$

Vì $r_3 < i_{gh} \rightarrow$ tia dáng ló ra khỏi BC

Vậy tia sáng ló ra khỏi BC hợp với pháp tuyến 30^0

b) Điều kiện về i_1

Tương tự như bài 10, tìm được:

$\sin i_1 < n\sin(A - i_{gh}) = 1,556\sin(60^0 - 40^0) = 0,51 \Rightarrow i_0 = 30,6^0$

$\rightarrow \sin i_1 < 0,51$

Vậy $i_1 < 30,6^0$

Dạng 5: góc nhỏ

12. Cho $\begin{cases} A = 8^0 \\ n = 1,5 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}}$ góc lệch

Giải

- Khi góc nhỏ: $i_1 = nr_1$

$$i_2 = nr_2$$

$$\Rightarrow D = nr_1 + nr_2 - A = n(r_1 + r_2) - A$$

$$= nA - A = A(n - 1) = 8(1,5 - 1) = 4^0$$

Vậy $D = 4^0$

IV. Bài tập tương tự

1. Cho một lăng kính có chiết suất $n = \sqrt{3}$ và có tiết diện thẳng là một tam giác đều. Chiếu một tia sáng nằm trong tiết diện thẳng của lăng kính vào mặt bên của nó.
   a) Tính góc lệch tia sáng ứng với trường hợp góc lệch cực tiểu.
   b) Vẽ đường đi của tia sáng trong trường hợp góc tới $i_1 = 0^0$.
2. Một lăng kính có $n = \sqrt{3}$ tiết diện là một tam giác đều ABC, một tia sáng đơn sắc có góc tới $i_1 = 60^0$
   a) Tính r_1, r_2, i_2 và D
   b) Nếu $i_1 = 0$ thì tia ló thế nào
3. Một lăng kính có n = 1,5 và có tiết diện thẳng là một tam giác đều. Chiếu một tia sáng vào mặt bên của lăng kính với góc tới i_1
   a) Tìm điều kiện của góc tới i_1 để có tia ló ra khỏi mặt bên thứ hai.
   b) Tìm điều kiện của góc tới i_1 để không có tia ló ra khỏi mặt bên thứ hai.

Bài 18. THẤU KÍNH

I. Kiến thức cần nắm

1. Công thức tiêu cự của thấu kính

- Thấu kính đặt trong không khí:

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

- Thấu kính đặt trong môi trường có chiết suất n':

$$\frac{1}{f'} = \left(\frac{n}{n'} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

Trong đó: n là chiết suất của thấu kính
n' là chiết suất của môi trường
R_1, R_2 là bán kính của hai mặt thấu kính
Qui ước: – Mặt lồi $R > 0$
– Mặt lõm $R < 0$
– Mặt phẳng $R \to \infty$

2. Công thức tính độ tụ của thấu kính

$$D_{dp} = \frac{1}{f(m)}$$

3. *Cách vẽ ảnh của một vật qua thấu kính*

a) Vật là điểm sáng ngoài trục chính

Dùng 2 trong 3 tia tới đặc biệt sau:

- Tia qua quang tâm O thì truyền thẳng
- Tia song song trục chính, cho tia ló đi qua tiêu điểm ảnh chính F' (hoặc có đường kéo dài qua F')
- Tia qua tiêu điểm vật chính F (hoặc có đường kéo dài qua F) cho tia ló song song với trục chính.

b) Vật là điểm sáng nằm trên trục chính

– Cách dựng:

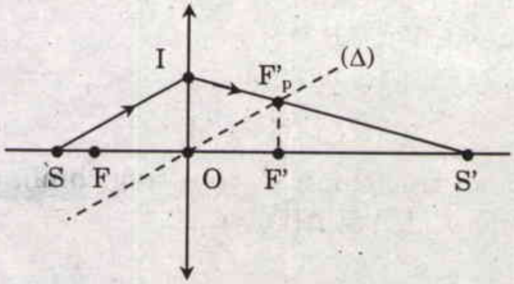
+ Vẽ tia sáng SI bất kỳ đến thấu kính

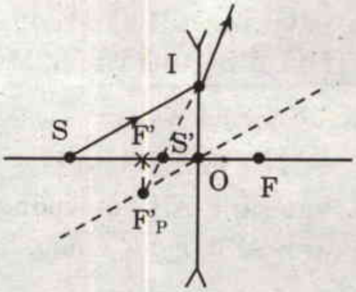
+ Dựng trục phụ (Δ) qua quang tâm O song song với SI

+ Dựng tiêu điểm ảnh phụ F_p'

– Tia ló sẽ đi qua (hoặc có đường kéo dài qua tiêu điểm phụ) F_p', cắt trục chính tại điểm S' ⇒ S' là ảnh cần dựng.

VD:





4. *Công thức vị trí và số phóng đại*

a) Công thức vị trí:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$$

$$\frac{1}{d'} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{f-d}{df}$$

- $d' = \dfrac{df}{d-f}$; $d = \dfrac{d'f}{d'-f}$; $f = \dfrac{d.d'}{d+d'}$

$$d' = \frac{df}{f-d}$$

Qui ước:

+ Vật thật, ảnh thật: d > 0; d' > 0.

+ Vật ảo, ảnh ảo: d < 0; d' < 0.

b) Số phóng đại:

$$k = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{d'}{d}$$

Hệ quả: $k = -\dfrac{f}{d - f}$; $k = -\dfrac{d' - f}{d'}$

- $k > 0$: Ảnh và vật cùng chiều, trái bản chất
- $k < 0$: Ảnh và vật trái chiều, cùng bản chất

II. Câu hỏi trắc nghiệm về bài tập cơ bản + Nâng cao

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. Vật sáng AB đặt vuông góc với trục chính, A trên trục chính, cho ảnh A'B' ngược chiều, bằng nửa vật: Vật AB là:

a. Thật
[✓ b. Ở vị trí $d > 2f$]
c. Ở vị trí $f < d < 2f$
d. Ở vị trí $0 < d < f$

2. Vật sáng AB đặt vuông góc với trục chính, A trên trục chính cho ảnh A'B' ngược chiều gấp đôi vật. Vật AB là:

a. Thật
b. Ở vị trí $d > 2f$
[✓ c. Ở vị trí $f < d < 2f$]
d. Ở vị trí $0 < d < f$

3. Vật sáng AB đặt vuông góc với trục chính, A trên trục chính cho ảnh A'B' cùng chiều, lớn hơn vật. Vật AB là:

a. Thật
b. Ở vị trí $d > 2f$
c. Ở vị trí $f < d < 2f$
[✓ d. Ở vị trí $0 < d < f$]

2 câu giống nhau mà

4. Vật sáng AB đặt vuông góc với trục chính, A trên trục chính, cho ảnh A'B' ngược chiều, bằng nửa vật. Vật AB ở vị trí:

[✓ a. $d = 3f$]
b. $d = \dfrac{f}{3}$
c. $d = \dfrac{3}{2}f$
d. $d = \dfrac{2}{3}f$

5. Vật sáng AB đặt vuông góc trục chính, A trên trục chính, cho ảnh A'B' ngược chiều, bằng nửa vật. Vật AB ở vị trí:

a. $d = \dfrac{2}{3}f$
b. $d = \dfrac{3}{2}f$
c. $d = 3f$
d. $d = \dfrac{f}{3}$

6. Vật sáng AB đặt vuông góc trục chính, A trên trục chính, cho ảnh A'B' ngược chiều, gấp 3 lần AB. Vật AB ở vị trí.

a. $d = \dfrac{2}{3}f$
b. $d = \dfrac{3}{2}f$
[✓ c. $d = \dfrac{4}{3}f$]
d. $d = \dfrac{3}{4}f$

7. Hệ thức nào sau đây là sai:

a. $k = -\dfrac{d'}{d}$
b. $k = -\dfrac{d' - f}{d'}$
c. $k = -\dfrac{f}{d - f}$
[✓ d. $k = \dfrac{d'}{d}$]

8. Công thức nào sau đây là sai:

a. $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$ b. $d' = \frac{df}{d-f}$ c. $d = \frac{d'f}{d'-f}$ [✓ d. $f = \frac{d.d'}{d-d'}$]

9. Công thức xác định tiêu cự của thấu kính là:

a. $\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$ b. $f = \frac{R}{2}$

c. $f = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$ d. $\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$

10. Thấu kính phẳng lồi có chiết suất n, khi đặt trong không khí thì có tiêu cự f, nhúng thấu kính trong nước có chiết suất n' > n thì thấu kính sẽ:

a. Có tiêu cự không đổi.

b. Trở thành thấu kính hội tụ có $f' = \frac{(n-1)n'}{n-n'}.f$

c. Trở thành thấu kính phân kỳ có: $f' = \frac{(n-1)n'}{n-n'}.f$

d. Trở thành thấu kính phân kì có: $f' = \frac{(n-1)n'}{n'-n}.f$

B. Bài tập cơ bản + nâng cao

Dạng 1: Tiêu cự của thấu kính

Áp dụng:

– Thấu kính đặt trong không khí

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

– Thấu kính đặt trong chiết suất n'

$$\frac{1}{f'} = \left(\frac{n}{n'} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

– Qui ước dấu:

Mặt phẳng: $R \to \infty$

Mặt lõm: $R < 0$

Mặt lồi: $R > 0$

* *Chú ý:* Khi nhúng thấu kính vào trong chất lỏng có chiết suất n' thì:

- Bán kính không đổi.

- Tiêu cự bị thay đổi → thấu kính có thể thay đổi tính chất.

– Độ tụ: $D_{dp} = \dfrac{1}{f(m)}$

1. Thấu kính có hai mặt lồi giống nhau, bán kính 40cm, chiết suất n = 1,5, đặt trong không khí
   a) Tìm tiêu cự của thấu kính.
   b) Độ tụ của thấu kính.
2. Thấu kính có hai mặt lồi, bán kính mặt này bằng nửa mặt kia, chiết suất n= 1,5 đặt trong không khí. Biết thấu kính có f = 20cm.
   a) Tìm độ tụ của thấu kính.
   b) Bán kính hai mặt lồi.
3. Thấu kính có một mặt lồi bán kính 10cm, một mặt lõm bán kính 20cm, chiết suất n= 1,5, đặt trong không khí.
   a) Tìm độ tụ của thấu kính.
   b) Loại thấu kính.
4. Thấu kính phẳng lõm, có chiết suất n = 1,5, đặt trong không khí, tiêu cự 40cm. Tìm bán kính mặt lõm.
5. Thấu kính phẳng – lõm có chiết suất n = 1,5, đặt trong không khí, tiêu cự 40cm.
   a) Tìm bán kính mặt lõm.
   b) Tìm tiêu cự của thấu kính khi nhúng trong nước có chiết suất $n' = \dfrac{4}{3}$
6. Thấu kính thủy tinh có chiết suất n = 1,5. Khi đặt trong không khí thấu kính có độ tụ D = 5dp. Đem thấu kính vào trong nước thì thấu kính có tiêu cự f' = –1m. Tìm chiết suất n' của chất lỏng.

Dạng 2: Vị trí ảnh

Áp dụng:

- $\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{d} + \dfrac{1}{d'} \leftrightarrow d' = \dfrac{df}{d-f}$
- $k = -\dfrac{d'}{d} = -\dfrac{f}{d-f} = -\dfrac{d'-f}{d'}$

Qui ước:

- Vật thật, ảnh thật: d > 0; d' > 0
- Vật ảo, ảnh ảo: d < 0; d' < 0

7. Thấu kính hội tụ có tiêu cự f = 20cm, vật sáng AB đặt vuông góc trục chính, A trên trục chính. Xác định vị trí ảnh, bản chất ảnh, chiều ảnh và vẽ ảnh khi:

a. Vật ở ∞ b. d = 60cm c. d = 40cm

d. d = 30cm e. d = 20cm f. d = 10cm

8. Thấu kính hội tụ có tiêu cự f = 20cm, vật AB ảo cách thấu kính 10cm.Tìm vị trí ảnh, tính chất, chiều của ảnh, và vẽ ảnh.

9. Thấu kính phân kì có tiêu cự f = –20cm, vật sáng AB đặt trên trục chính, A trên trục chính, cách thấu kính 1cm. Xác định vị trí ảnh, tính chất ảnh, chiều ảnh vả vẽ ảnh

10. Thấu kính phân kì có tiêu cự f = –20cm, vật AB ảo đặt trên trục chính, A trên trục chính. Xác định vị trí, tính chất, chiều ảnh và vẽ ảnh trong các trường hợp sau:

a. d = –∞ b. d = –60cm c. d = –40cm

d. d = –30cm e. d = –20cm f. d = –10cm

Dạng 3. Biết độ phóng đại, tìm vị trí vật ảnh

* *Phương pháp:*

– Áp dụng: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$ (1)

Số phóng đại: $k = -\frac{d'}{d}$.

– Chú ý:

- $\begin{cases} A'B' \uparrow\uparrow AB \\ A'B' = nAB \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} k = n \\ k = -\frac{d'}{d} \end{cases} \Rightarrow d' = -nd$ (2)
- $\begin{cases} A'B' \uparrow\downarrow AB \\ A'B' = nAB \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} k = -n \\ k = -\frac{d'}{d} \end{cases} \Rightarrow d' = nd$ (2')

– Giải hệ (1) và (2) hoặc (1) và (2') để tìm d, d'

– Nếu chưa rõ tính chất ảnh phải xét hai trường hợp: k âm và k dương

VD: Vật AB qua TKHT cho ảnh A'B' > AB thì phải xét hai trường hợp.

11. Vật sáng AB đặt vuông góc trục chính, A trên trục chính qua thấu kính hội tụ có tiêu cự f = 20cm cho ảnh A'B' = 2AB
$d' = 2d$

a) Xác định vị trí vật và ảnh.

b) Vẽ ảnh.

12. Vật sáng AB đặt vuông góc trục chính, A trên trục chính qua thấu kính có tiêu cự 20cm cho ảnh A'B' = $\frac{1}{2}$AB, ngược chiều AB.

a) Cho biết loại thấu kính.

b) Vị trí vật, ảnh.

13. Vật sáng AB đặt vuông góc trục chính, A trên trục chính qua thấu kính có tiêu cự 20cm cho ảnh A'B' = 2AB cùng chiều AB.

a) Cho biết loại thấu kính.

b) Vị trí vật, ảnh.

14. Vật sáng AB đặt vuông góc trục chính của thấu kính có tiêu cự 20cm, cho ảnh cùng chiều vật, độ lớn bằng nửa vật.

a) Cho biết loại thấu kính.

b) Vị trí vật, ảnh.

Dạng 4: Khoảng cách vật ảnh

- Áp dụng: $|d + d'| = L$
- Khi giải phải bỏ dấu trị tuyệt đối rồi giải
- Chú ý
  - + Đối với TKHT
    - Vật – ảnh cùng bản chất: $d + d' = L$
    - Vật – ảnh trái bản chất: $d + d' = -L$
  - + Đối với TKPK
    - Vật – ảnh trái bản chất
      $d + d' = d + d' = L$
    - Vật – ảnh cùng bản chất
      $d + d' = d + d' = -L$

15. Vật sáng AB đặt vuông góc trục chính của một thấu kính hội tụ có tiêu cự f = 20cm. AB qua thấu kính cho ảnh A'B' cách AB 90 cm. Tìm vị trí vật và ảnh.

16. Vật sáng AB đặt trên trục chính, vuông góc với trục chính của thấu kính. AB qua thấu kính cho ảnh A'B' = 2AB và cách AB = 90cm.

a) Xác định loại thấu kính.

b) Vị trí vật và ảnh.

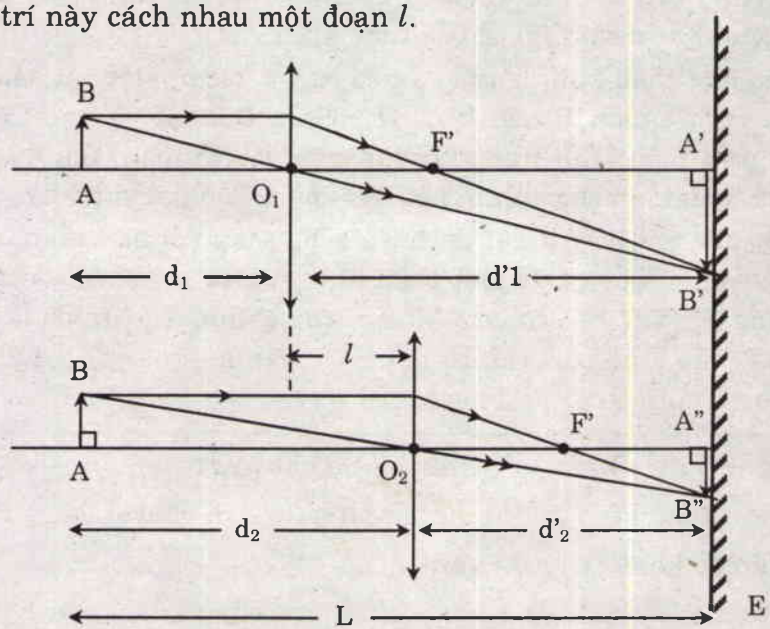
17. Vật sáng AB đặt trên trục chính, vuông góc trục chính của thấu kính AB qua thấu kính cho ảnh A'B' = $\frac{1}{2}$AB, cùng chiều AB, cách AB = 15cm

a) Xác định loại thấu kính.

b) Vị trí vật, ảnh.

Dạng 5. Vật và màn cố định, thấu kính di chuyển giữa vật và màn.

– Khi vật và màn cố định, di chuyển thấu kính giữa vật và màn luôn tìm được 2 vị trí của thấu kính cho ảnh rõ trên màn, hai vị trí này cách nhau một đoạn *l*.



– Tiêu cự của thấu kính theo *l*, L:

$$\boxed{f = \frac{L^2 - l^2}{4L}}$$

– Hai vị trí của thấu kính cho ảnh rõ trên màn:

Do ảnh rõ trên màn nên: d + d' = L

$$\Leftrightarrow d + \frac{df}{d-f} = L \Leftrightarrow d^2 - dL + Lf = 0 \Rightarrow \left[\begin{array}{l} d_1 = \dfrac{L - \sqrt{\Delta}}{2} \\ d_2 = \dfrac{L + \sqrt{\Delta}}{2} \end{array}\right.$$

- Điều kiện về L để có ảnh rõ nét:

  Để có ảnh rõ nét thì $\Delta \geq 0$

  $\rightarrow L^2 - 4Lf \geq 0 \Rightarrow L \geq 4f$

- Nếu tìm được một vị trí thì $l = 0$

  $$\Rightarrow \boxed{f = \frac{L}{4}}$$

18. Một vật sáng AB đặt song song với một màn M cách AB 36cm. Một thấu kính hội tụ được đặt trong khoảng từ vật đến màn. Khi cho thấu kính di chuyển trong khoảng từ vật đến màn ta thấy có 2 vị trí của thấu kính cho ảnh rõ trên màn. Hai vị trí cách nhau 12cm. Xác định tiêu cự của thấu kính.

19. Cho một thấu kính hội tụ có tiêu cự f = 24cm. Một vật sáng AB đặt trước một màn E một khoảng 108cm. Giữ vật và màn cố định, di chuyển thấu kính trong khoảng giữa vật và màn, tìm được 2 vị trí của thấu kính cho ảnh rõ nét trên màn. Tìm hai vị trí đó.

20. Vật phẳng nhỏ AB đặt trước và song song với một màn, cách màn khoảng 100cm. Đặt một thấu kính hội tụ giữa vật và màn, song song với vật và sao cho A trên trục chính. Ta tìm được hai vị trí của thấu kính cho ảnh rõ nét trên màn ảnh này gấp 2,25 lần ảnh kia. Tìm tiêu cự của thấu kính.

Dạng 6: Thấu kính cố định, vật di chuyển

- Khi thấu kính giữ cố định, ảnh và vật di chuyển cùng chiều
- Trước khi di chuyển vật:

$$AB \xrightarrow{\quad O_1 \quad} A_1B_1$$
$$\underbrace{\qquad\quad}_{d_1}\;\underbrace{\qquad\quad}_{d'_1}$$

$$\begin{cases} k_1 = -\dfrac{f}{d_1 - f} \\ \dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{d_1} + \dfrac{1}{d'_1} \end{cases} \qquad (1)$$

- Sau khi di chuyển vật:

$$AB \xrightarrow{\quad O_1 \quad} A_2B_2$$
$$\underbrace{\qquad\quad}_{d_2}\;\underbrace{\qquad\quad}_{d'_2}$$

$$\begin{cases} k_2 = -\dfrac{f}{d_2 - f} \\ \dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{d_2} + \dfrac{1}{d'_2} \end{cases} \qquad (2)$$

– Liên hệ giữa hai ảnh A_1B_1 và A_2B_2

- Nếu $\begin{cases} A_2B_2 = nA_1B_1 \\ A_1B_1 \text{ và } A_2B_2 \text{ cùng bản chất} \end{cases} \rightarrow \boxed{k_2 = nk_1}$ (3)
- Nếu $\begin{cases} A_2B_2 = nA_1B_1 \\ A_1B_1 \text{ và } A_2B_2 \text{ trái bản chất} \end{cases} \rightarrow \boxed{k_2 = -nk_1}$ (4)
- Sau khi di chuyển mà hai ảnh có độ lớn bằng nhau thì hai ảnh phải trái bản chất:

$$A_2B_2 = A_1B_1 \Rightarrow k_2 = -k_1 \qquad (5)$$

– Liên hệ về vị trí vật, ảnh lúc đầu và lúc sau

- Nếu: $d_2 = d_1 + a \rightarrow d_2' = d_1' - b$ (6)
- Nếu: $d_2 = d - a \rightarrow d_2' = d_1' + b$ (7)

– Giải hệ phương trình: (1), (2), (3) và (6)

Hoặc (1), (2), (4) và (7) ...

21. Một vật sáng AB đặt trước một thấu kính hội tụ một đoạn 12cm cho ảnh A_1B_1. Dời vật đến vị trí khác, ảnh của vật bây giờ là A_2B_2 cách thấu kính 24cm. Hai ảnh có cùng độ lớn. Tính tiêu cự của thấu kính.

22. Vật AB đặt vuông góc với trục chính của một thấu kính hội tụ cho ảnh A_1B_1 cao 2cm. Dời AB lại gần thấu kính thêm 45cm thì thu được ảnh A_2B_2 cao 20cm và cách A_1B_1 một đoạn 18 cm, hai ảnh A_1B_1 và A_2B_2 cùng bản chất. Hãy xác định

a) Tiêu cự của thấu kính.

b) Vị trí ảnh, vật lúc đầu.

23. Một thấu kính hội tụ có tiêu cự f = 12cm. Điểm sáng A trên trục chính có ảnh A'. Dời A gần thấu kính 6cm, A' dời 2cm, hai ảnh có cùng bản chất. Xác định vị trí vật, ảnh lúc đầu.

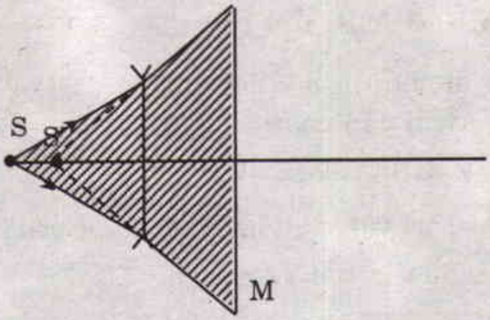
24. Một vật sáng nhỏ AB đặt cách màn M một khoảng 90cm. Trong khoảng giữa AB và M, đặt một thấu kính L sao cho AB luôn vuông góc trục chính và A ở trên trục chính. AB cho ảnh A'B' trên màn, cao bằng nửa vật.

a) Tính tiêu cự của thấu kính

b) Giữ AB cố định. Di chuyển thấu kính L về phìa vật. Hỏi màn M di chuyển về phía nào để ảnh luôn rõ nét trên màn.

Dạng 7: Khảo sát diện tích vùng sáng trên màn theo vị trí của điểm sáng S trên trục chính. (màn đặt vuông góc với trục chính)

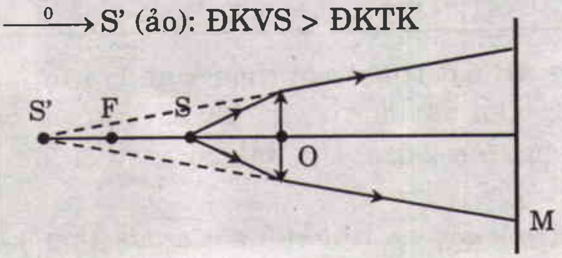
+ Đối với TKPK thì đường kính vệt sáng (DKVS) luôn lớn hơn đường kính thấu kính (ĐKTK).



+ Đối với TKHT

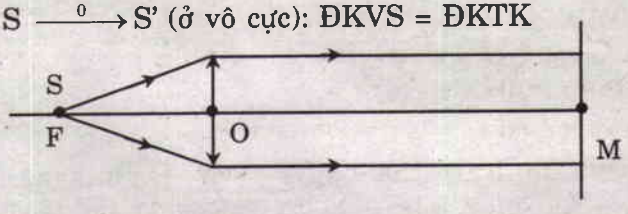
- $S \in OF$

  $S \xrightarrow{0} S'$ (ảo): ĐKVS > ĐKTK



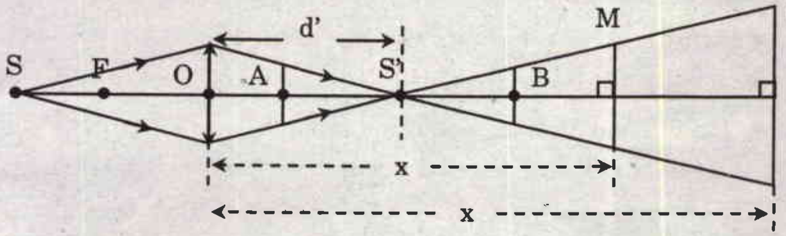
- $S \equiv F$

  $S \xrightarrow{0} S'$ (ở vô cực): ĐKVS = ĐKTK



- S ngoài F thì tùy thuộc vào vị trí đặt màn để ĐKVS:
  + Lớn hơn ĐKTK
  + Nhỏ hơn DKT

* *Chú ý*



Gọi x là khoảng cách giữa TK và màn M. Nếu

+ x = 2d' thì ĐKVS = ĐKTK

+ x > 2d' thì ĐKVS > ĐKTK

+ x < 2d' thì ĐKVS < ĐKTK và luôn tìm được hai vị trí của màn để có hai ĐKVS bằng nhau

VD: Ở hình vẽ trên thì hai vị trí của màn ở A và ở B

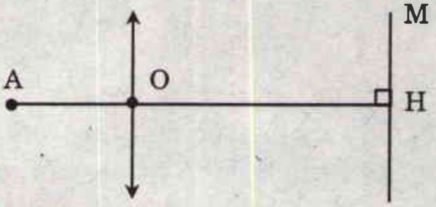
25. Một điểm sáng S trên trục chính của một thấu kính hội tụ có tiêu cự 20cm. Mặt của thấu kính có dạng tròn đường kình 5cm. Cho S cách thấu kính 30cm.

a) Xác định vị trí màn để có ảnh rõ nét trên màn.

b) Từ vị trí trên nếu dịch chuyển màn 12cm. Tính đường kính vệt sáng trên màn.

26. Xét quang hệ như hình, với OA = 30cm, OH = 40cm, f = 20cm

a) Dời A trên trục chính, kích thước vệt sáng thay đổi nhưng tới một vị trí thì vệt sáng này có kính thước cũ. Xác định chiều dịch chuyển và độ dời của A.



b) Tìm vị trí A để đường kính vệt sáng trên màn gấp hai lần đường kính của thấu kính.

Dạng 8. Toán vẽ đối với thấu kính

– Để xác định bản chất (tính chất thật ảo) của ảnh và loại thấu kính ta thực hiện các so sánh sau đây.

- So sánh $|d|$ và $|d'|$, kết hợp với tính thật, ảo của ảnh và vật.

– Để dựng tia sáng

- Nếu S ngoài trục chính thì vẽ hai trong bốn tia đặc biệt.
- S thuộc trục chính phải dựng trục phụ.

+ Cách dựng

- Vẽ tia sáng SI đến thấu kính
- Dựng trục phụ (Δ) qua O song song SI
- Dựng tiêu điểm phụ F'_p
- Tia ló qua (hoặc có đường kéo dài) qua F_p' cắt trục chính tại S’ thì S’ là ảnh cần dựng.

– Một vài chú ý:

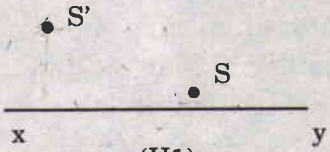
- Điểm vật nằm trên các tia tới (hay đường nối dài các tia tới)
- Điểm ảnh nằm trên các tia ló (hay đường nối dài các tia ló).
- Đối với thấu kính hội tụ tia ló luôn lệch về gần trục chính so với hướng tia tới.
- Đối với thấu kính phân kì, tia ló luôn lệch xa trục chính so với tia tới.

27. Cho xy là trục chính của thấu kính, S là điểm sáng thật, S’ là ảnh của S tạo bởi thấu kính. Hãy xác định

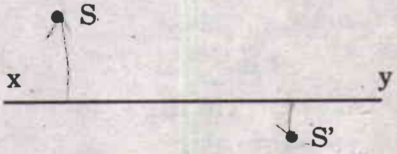
a) Bản chất ảnh S’

b) Loại thấu kính.

c) Các tiêu điểm chính



(H1)



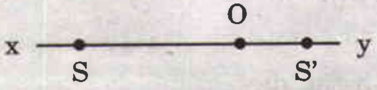
(H2)

28. Cho xy là trục chính của thấu kính L, S là điểm sáng thật, S’ là ảnh của S, O là quang tâm của thấu kính. Hãy xác định.

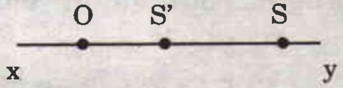
a) Bản chất ảnh S’.

b) Loại thấu kính.

c) Các tiêu điểm chính



(H1)

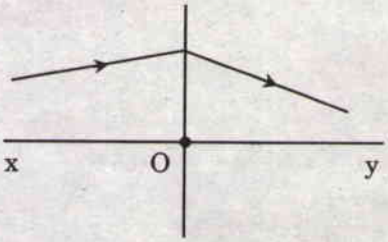


(H2)

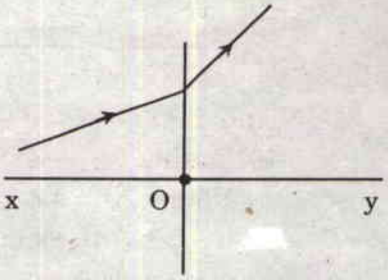
29. Cho xy là trục chính của thấu kính L, với mỗi trường hợp. Hãy xác định.

a) Loại thấu kính.

b) Các tiêu điểm chính bằng phép vẽ.



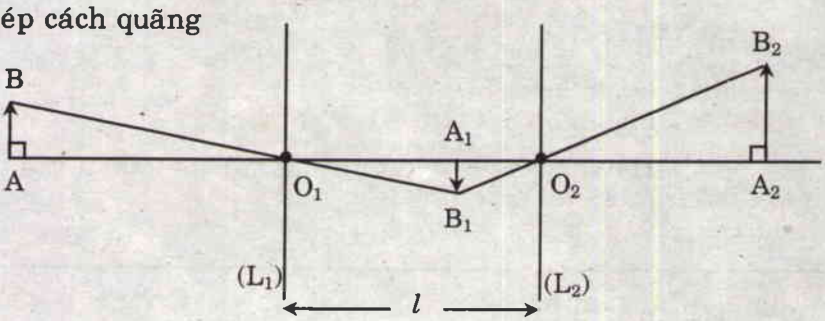
H.1



H.2

Dạng 9: Thấu kính ghép.

– Ghép cách quãng



- Sơ đồ tạo ảnh

$$AB \xrightarrow{O_1} A_1B_1 \xrightarrow{O_2} A_2B_2$$ ảnh sau cùng

d_1 d'_1 d_2 d'_2

- Các công thức về ảnh

+ Thấu kính L_1

$$d'_1 = \frac{d_1f_1}{d_1 - f_1}$$

+ Công thức liên hệ:

$$d_2 = l - d'_1$$

+ Thấu kính L_2

$$d'_2 = \frac{d_2f_2}{d_2 - f_2}$$

- Độ phóng đại của hệ

$$k = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A_1B_1}} = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A_1B_1}} \cdot \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = k_2.k_1 = \left(\frac{-f_1}{d_1 - f_1}\right).\left(\frac{-f_2}{d_2 - f_2}\right)$$

Vậy $\boxed{k = k_1.k_2 = \dfrac{f_1}{d_1 - f_1}.\dfrac{f_2}{d_2 - f_2}}$

Chú ý:

– Tính chất

+ Về ảnh:

Nếu: • Ảnh sau cùng thật $d'_2 > 0$

• Ảnh sau cùng ảo $d'_2 < 0$

• Ảnh sau cùng ở vô cực $d'_2 \to \infty$

+ Chiều ảnh

• $k > 0$ khi $A_2B_2 \uparrow\uparrow AB$

• $k < 0$ khi $A_2B_2 \uparrow\downarrow AB$

(Chỉ rõ chiều mới biết dấu của k hệ).

– Ghép sát nhau:

• $l = 0$

• Hệ thấu kính tương đương với một thấu kính có tiêu cự f: $\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{f_1} + \dfrac{1}{f_2}$

30. Cho một hệ gồm hai thấu kính (O_1) và (O_2) đồng trục. Các tiêu cự lần lượt là: $f_1 = 20$cm; $f_2 = -10$cm. Khoảng cách giữa hai quang tâm $l = 30$cm. Một vật phẳng nhỏ, AB trên trục chính, vuông góc với trục chính trước O_1 một đoạn $d_1 = 20$cm.

a) Xác định ảnh sau cùng của vật. Vẽ ảnh.

b) Tìm vị trí vật AB và ảnh A_2B_2. Biết rằng ảnh này ảo và cao bằng hai lần vật.

31. Cho hai thấu kính hội tụ O_1, O_2 đặt đồng trục, cách nhau 10cm, có tiêu cự $f_1 = 10$cm, $f_2 = 40$cm. Đặt một vật phẳng nhỏ AB vuông góc với trục chính của hệ thấu kính, trước O_1.

a) Tìm vị trí đặt AB để ảnh qua hệ là ảnh ảo.

b) Xác định vị trí của vật AB để ảnh qua hệ thấu kính là ảnh ảo, có độ cao gấp 20 lần vật AB.

32. Một hệ đồng trục gồm một thấu kính phân kì L_1 có tiêu cự $f_1 = -10$cm và thấu kính hội tụ L_2 có tiêu cự $f_2 = 10$cm, đặt cách nhau một khoảng l. Đặt vật sáng AB vuông góc với trục chính của hệ, trước L_1 và cách L_1 một khoảng d_1.

a) Cho $d_1 = 40$cm. Tìm l để ảnh A_2B_2 thật cách L_1 20cm.

b) Xác định khoảng cách l để ảnh A_2B_2 luôn là ảnh thật khi di chuyển AB dọc theo trục chính.

33. Thấu kính L_1 có tiêu cự $f_1 = 4cm$ được ghép sát với một thấu kính L_2 có tiêu cự f_2 tạo nên một quang hệ có tiêu cự f. Một vật AB được đặt trên trục chính của quang hệ ở cách L_1 một khoảng 40cm thì có ảnh thật cách L_2 60cm. Tìm f_2

III. Hướng dẫn trả lời câu hỏi trắc nghiệm và giải bài tập

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. b　**2.** c　**3.** d　**4.** a　**5.** b

6. a　**7.** d　**8.** d　**9.** b　**10.** c

B. Bài tập

1. Cho $\begin{cases} R_1 = R_2 = R = 40cm \\ n = 1,5 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} a)\ f = ? \\ b)\ D = ? \end{cases}$

Giải

a) Tiêu cự của thấu kính

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

Do $R_1 = R_2 = R$ nên: $\frac{1}{f} = (n-1)\frac{2}{R}$

$$\Leftrightarrow f = \frac{R}{2(n-1)} = \frac{40}{2(1,5-1)} = 40cm$$

Vậy f = 40cm

b) Độ tụ của thấu kính

$$D = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,4} = 2,5\ (dp)$$

2. Cho $\begin{cases} R_1 = \frac{1}{2}R_2 \\ n = 1,5 \\ f = 20cm \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} a)\ D = ? \\ b)\ R_1, R_2 = ? \end{cases}$

Giải

a) Độ tụ của thấu kính

$$D = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,2} = 5\ (dp)$$

b) Bán kính hai mặt lồi

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

Giả sử $R_1 = \frac{1}{2}R_2 \Rightarrow \frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{2R_1}\right)$

$\Leftrightarrow \frac{1}{f} = (n-1).\frac{3}{2R_1} \Leftrightarrow R_1 = (n-1).f.\frac{3}{2} = (1,5-1).20.\frac{3}{2} = 15cm$

$\Rightarrow R_2 = 2R_1 = 30cm$

Vậy $\begin{cases} R_1 = 15cm \\ R_2 = 30cm \end{cases} \vee \begin{cases} R_1 = 15cm \\ R_2 = 30cm \end{cases}$

3. Cho $\begin{cases} R_1 = 10cm \\ n = 1,5 \\ R_2 = -20cm \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } D = ? \\ \text{b) loại thấu kính} \end{cases}$

Giải

a) Độ tụ của thấu kính

Áp dụng: $\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$

$\Leftrightarrow \frac{1}{f} = (1,5-1)\left(\frac{1}{10} - \frac{1}{20}\right)$

$\Leftrightarrow \frac{1}{f} = 0,5.\frac{1}{20} \Rightarrow f = 40cm$

$\Rightarrow D = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,4} = 2,5$ dp

b) Do f > 0 → đây là TKHT

4. Cho $\begin{cases} R_1 = 10cm \\ n = 1,5 \\ R_2 = -20cm \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} R_2\ ?$

Giải

Ta có: $\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$

Giả sử: R_1 là mặt phẳng và R_2 là mặt lõm

$\Rightarrow \frac{1}{f} = (n-1)\frac{1}{R_2}$

$R_2 = (n-1).F = (1,5-1).(-40) = -20cm$

Vậy mặt lõm bán kính 20cm.

5. Cho $\begin{cases} f = -40\text{cm} \\ n = 1,5 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) Tìm bán kính mặt lõm} \\ \text{b) Tìm f' khi n'} = \dfrac{4}{3} \end{cases}$

Giải

a) Bán kính mặt lõm:

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \quad (1)$$

Giả sử: R_1 là mặt phẳng và R_2 là mặt lõm

$$\Rightarrow \frac{1}{f} = (n-1)\frac{1}{R_2}$$

$\Rightarrow R_2 = (n - 1). f = (1,5 - 1). (-40) = -20\text{cm}$

b) Tìm f' khi $n' = \dfrac{4}{3}$

Khi nhúng trong nước:

$$\frac{1}{f'} = (n'-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \quad (2)$$

$$- \text{Lấy } \frac{(1)}{(2)} \Leftrightarrow \frac{\frac{1}{f}}{\frac{1}{f'}} = \frac{n-1}{\frac{n}{n'}-1} \Rightarrow f' = -960\text{cm}$$

7. Cho $\begin{cases} D = 5\text{dp} \\ n = 1,5 \\ f' = -1\text{cm} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} n'\,?$

Giải

– Đặt thấu kính trong không khí

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \quad (1)$$

– Đặt thấu kính trong môi trường chiết suất n'.

$$\frac{1}{f'} = (n'-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \quad (2)$$

$$- \text{Lấy } \frac{(1)}{(2)} \Leftrightarrow \frac{\frac{1}{f}}{\frac{1}{f'}} = \frac{n-1}{\frac{n}{n'}-1} \Leftrightarrow \frac{f'}{f} = \frac{(n-1)}{\frac{n}{n'}-1} \Rightarrow n' = 1,67$$

Dạng 2. Vị trí ảnh

8. Cho f = 20cm $\xrightarrow{\text{Tìm}}$ Xác định: vị trí, bản chất, chiều và vẽ ảnh khi:

a) d = ∞; b) d = 60cm; c) d = 40cm;
d) d = 30cm; e) d = 20cm; f) d = 10cm.

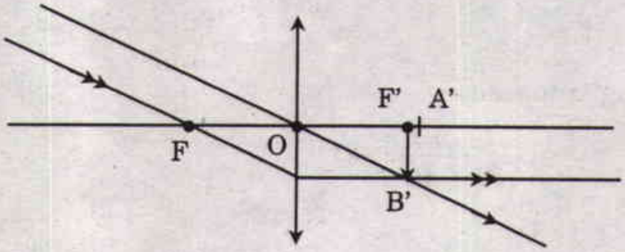
Giải

a) Khi d = ∞

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{d'}$$

$\Rightarrow d' = f = 20cm$

Vẽ ảnh



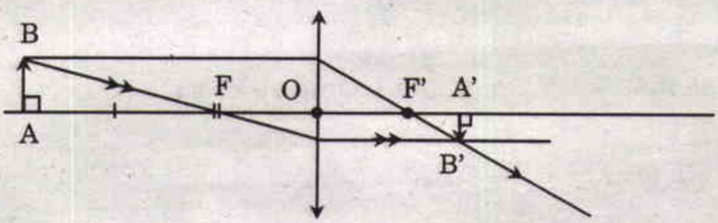
b) Khi d = 60 cm

- Vị trí ảnh: $d' = \dfrac{df}{d - f} = \dfrac{60.20}{40} = 30cm$
- Do d' > 0 ⇒ ảnh qua thấu kính là ảnh thật
- Chiều của ảnh:

Ta có: $k = -\dfrac{d'}{d} = -\dfrac{30}{60} = \dfrac{-1}{2}$

Do k < 0 ⇒ ảnh và vật ngược chiều

- Vẽ ảnh



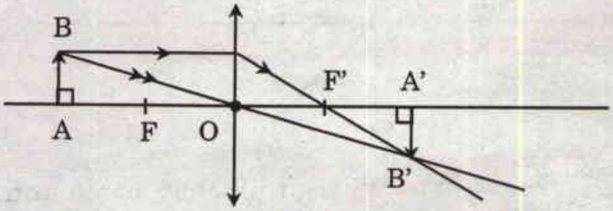
c) d = 40cm

- Vị trí ảnh: $d' = \dfrac{df}{d - f} = \dfrac{40.20}{20} = 40cm$
- Do d' > 0 ⇒ ảnh qua thấu kính là ảnh thật

- Chiều của ảnh

Ta có: $k = -\frac{d'}{d} = -\frac{40}{40} = -1$

Do $k < 0 \Rightarrow$ ảnh và vật ngược chiều



d) Khi d = 30cm

Vị trí ảnh

$$d' = \frac{df}{d-f} = \frac{30.20}{10} = 60cm$$

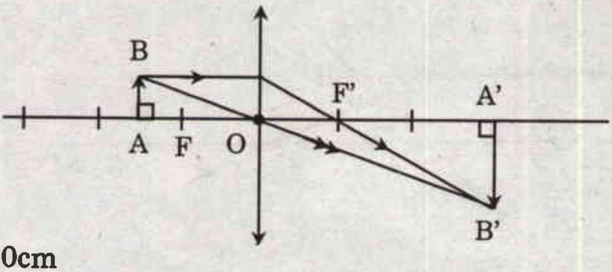
+ Do $d' > 0 \Rightarrow$ ảnh thật

+ Chiều của ảnh

Ta có $k = -\frac{d'}{d} = -\frac{60}{30} = -2$

Do $k < 0 \Rightarrow$ ảnh và vật ngược chiều

+ Vẽ ảnh



e) d = 20cm

Vị trí ảnh:

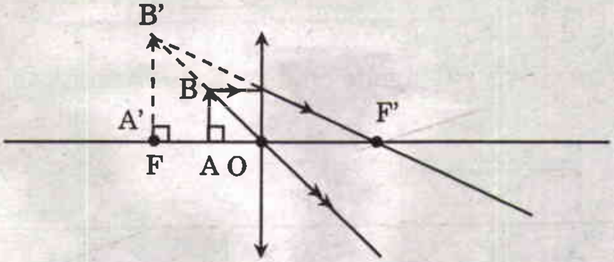
$$d' = \frac{df}{d-f} = \infty \Rightarrow \text{ảnh ở vô cực}$$

f) d = 10cm

- Vị trí ảnh: $d' = \frac{df}{d-f} = \frac{10.20}{-10} = -20cm$
- Do $d' < 0 \Rightarrow$ ảnh ảo
- Chiều của ảnh

Ta có: $k = -\frac{d'}{d} = 2$

⇒ ảnh và vật cùng chiều.



8. Cho $\begin{cases} f = 20\text{cm} \\ d = -10\text{cm} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}}$ Vị trí, tính chất, chiều ảnh, vẽ ảnh.

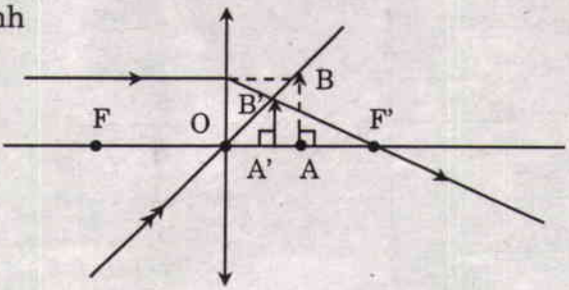
Giải

- Vị trí ảnh: $d' = \dfrac{df}{d - f} = \dfrac{-10.20}{-10 - 20} = \dfrac{20}{3} = 6{,}7\text{cm}$
- Do d' > 0 ⇒ ảnh thật
- Chiều:

Ta có: $k = -\dfrac{d'}{d} = \dfrac{6{,}7}{10} = 0{,}67$

⇒ ảnh và vật cùng chiều

+ Vẽ ảnh



9. $\begin{cases} f = -20\text{cm} \\ d = 10\text{cm} \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}}$ Vị trí, bản chất, chiều và vẽ ảnh

Giải

+ Vị trí ảnh:

$$d' = \frac{df}{d - f} = \frac{10.(-20)}{10 + 20} = \frac{-200}{30} = 6{,}6\text{cm}$$

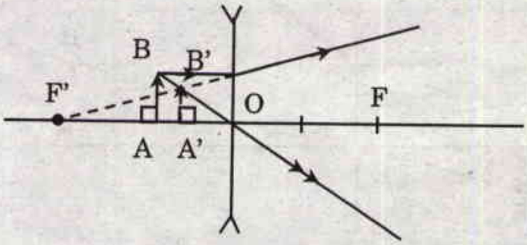
+ Bản chất ảnh:

do d' < 0 ⇒ ảnh ảo

+ Chiều ảnh:

$$k = -\frac{d}{d'} = +\frac{6,6}{10} = 0,66$$

Do $k > 0 \Rightarrow$ ảnh và vật cùng chiều



10. Cho $f = -20\text{cm} \xrightarrow{\text{Tìm}}$

$$\left\{\begin{array}{l}\text{Vị trí ảnh, bản chất ảnh, chiều và vẽ ảnh khi}\\ \text{a) } d = -\infty;\text{ b) } d = -60\text{cm};\text{ c) } d = -40\text{cm}\\ \text{d) } = -30\text{cm};\text{ e) } d = -20\text{cm};\text{ f) } d = -10\text{cm}\end{array}\right.$$

Giải

a) Khi $d = -\infty$

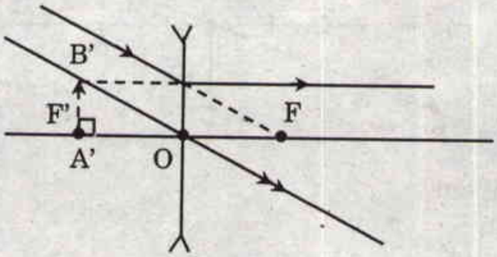
- Vị trí $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \Leftrightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{-\infty} + \frac{1}{d'}$

  $\Rightarrow d' = f = -20\text{cm}$

- Bản chất ảnh

Do $d' < 0 \Rightarrow$ ảnh ảo

- Vẽ ảnh



b) Khi $d = -60\text{cm}$

- Vị trí ảnh

$$d' = \frac{df}{d-f} = \frac{-60(-20)}{-60+20} = -30\text{cm}$$

- Bản chất ảnh

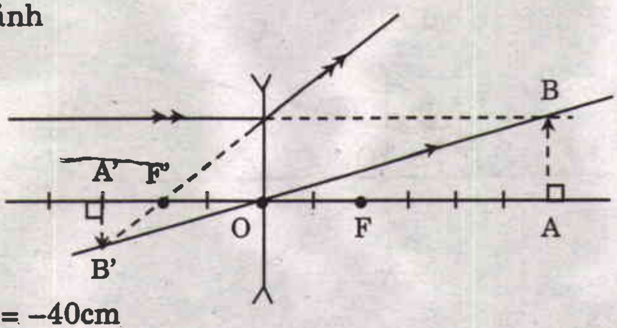
  Do $d' < 0 \Rightarrow$ ảnh ảo

- Chiều ảnh

$$k = -\frac{d'}{d} = -\frac{-30}{-60} = \frac{-1}{2}$$

Do k > 0 ảnh và vật ngược chiều

- Vẽ ảnh



c) Khi d = –40cm

- Vị trí ảnh

$$d' = \frac{df}{d-f} = \frac{-40.(-20)}{-40+20} = -40cm$$

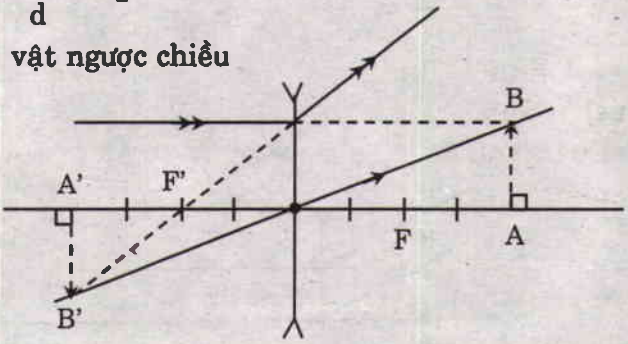
- Bản chất ảnh

  do d' < 0 ⇒ ảnh ảo

- Chiều của ảnh

$$K = -\frac{d'}{d} = -1$$

⇒ ảnh và vật ngược chiều



d) Khi d = –30cm

- Vị trí ảnh:

$$d' = \frac{df}{d-f} = \frac{-30.(-20)}{-30+20} = -60cm$$

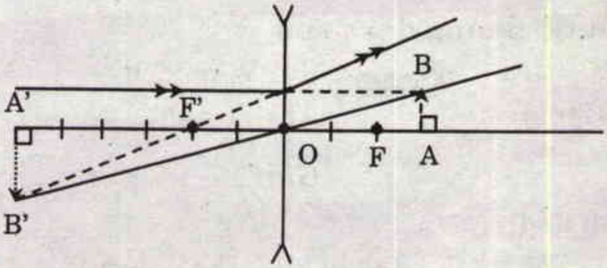
- Bản chất ảnh

  do d' < 0 ⇒ ảnh ảo

- Chiều của ảnh

$$k = -\frac{d'}{d} = -\frac{60}{30} = -2$$

Do k < 0 ⇒ ảnh và vật ngược chiều



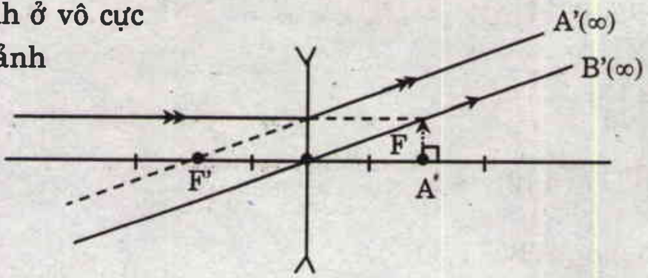
e) Khi d = –20cm

- Vị trí ảnh

$$d' = \frac{df}{d-f} = \frac{-20.(-20)}{0} = \infty$$

⇒ Ảnh ở vô cực

- Vẽ ảnh



f) Khi d = –10cm

- Vị trí ảnh

$$d' = \frac{df}{d-f} = \frac{-10.(-20)}{-10+20} = 20\text{cm}$$

- Bản chất ảnh

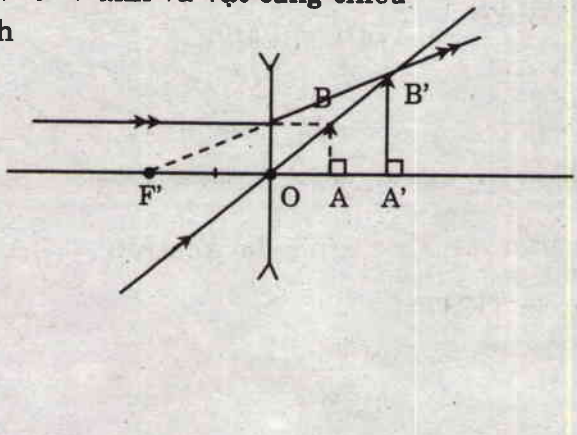
do d' > 0 ⇒ ảnh thật

- Chiều của ảnh

$$k = -\frac{d'}{d} = \frac{20}{10} = 2$$

Do k > 0 ⇒ ảnh và vật cùng chiều

- Vẽ ảnh



Dạng 3. Biết độ phóng đại tìm d, d'

11. Cho $\begin{cases} A'B' = 2AB \\ f = 20cm \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} \begin{cases} \text{a) Vị trí d, d'} \\ \text{b) Vẽ ảnh} \end{cases}$

Giải

a) Xác định d, d'

Do AB là vật thật qua thấu kính cho ảnh A'B' = 2AB mà chưa rõ chiều (tính chất ảnh) nên phải xét cả hai trường hợp:

* Trường hợp A'B' ↑↑ AB

$$\bullet\ \text{Do} \begin{cases} A'B' = 2AB \\ A'B' \uparrow\uparrow AB \end{cases} \Rightarrow \left.\begin{array}{r} k = 2 \\ \text{Mà } k = -\dfrac{d'}{d} \end{array}\right\} \Rightarrow d' = -2d \qquad (1)$$

$$\bullet\ \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$$

$$\bullet\ \text{Giải (1) và (2)} \Rightarrow \begin{cases} d = 10cm \\ d' = -20cm \end{cases}$$

* Trường hợp A'B' ↑↓ AB

$$\bullet\ \text{Do} \begin{cases} A'B' = 2AB \\ A'B' \uparrow\uparrow AB \end{cases} \Rightarrow \left.\begin{array}{r} k = 2 \\ \text{Mà } k = -\dfrac{d'}{d} \end{array}\right\} \Rightarrow d' = 2d\ (3)$$

$$\bullet\ \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}\ (4)$$

$$\bullet\ \text{Giải (3) và (4)} \Rightarrow \begin{cases} d = 30cm \\ d' = 60cm \end{cases}$$

b) Vẽ ảnh (học sinh tự vẽ)

12. Cho $\begin{cases} f = 20cm \\ A'B' = \dfrac{1}{2}AB \\ A'B' \uparrow\downarrow AB \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \text{a) Loại thấu kính} \\ \text{b) Vị trí vật, ảnh} \end{cases}$

Giải

a) Loại thấu kính

- AB là vật thật qua thấu kính cho ảnh A'B' = $\frac{1}{2}$AB và A'B' ↑↓ AB ⇒ Đây là TKHT

b) Vị trí d, d'

• Do $\begin{cases} A'B' = \dfrac{1}{2}AB \\ A'B' \uparrow\downarrow AB \end{cases} \Rightarrow \left.\begin{matrix} k = -\dfrac{1}{2} \\ \text{Mà } k = -\dfrac{d'}{d} \end{matrix}\right\} \Rightarrow d' = \dfrac{d}{2}$ (1)

• $\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{d} + \dfrac{1}{d'}$

• Giải (1) và (2) $\Rightarrow \begin{cases} d = 60\text{cm} \\ d' = 30\text{cm} \end{cases}$

13. $\begin{cases} f = 20\text{cm} \\ A'B' = 2AB \\ A'B' \uparrow\uparrow AB \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) Loại thấu kính} \\ \text{b) Vị trí d, d'} \end{cases}$

Giải

a) Cho biết loại thấu kính

AB là vật thật qua thấu kính cho A'B' = 2AB và cùng chiều AB ⇒ đây là TKHT.

b) Vị trí d. d'

• Do $\begin{cases} A'B' = 2AB \\ A'B' \uparrow\uparrow AB \end{cases} \Rightarrow \left.\begin{matrix} k = 2 \\ \text{Mà } k = -\dfrac{d'}{d} \end{matrix}\right\} \Rightarrow d' = -2d$ (1)

• $\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{d} + \dfrac{1}{d'}$

• Giải (2) và (2) $\Rightarrow \begin{cases} d = 10\text{cm} \\ d' = -20\text{cm} \end{cases}$

14. $\begin{cases} f = -20\text{cm} \\ A'B' = \dfrac{1}{2}AB \\ A'B' \uparrow\uparrow AB \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) Loại thấu kính} \\ \text{b) Vị trí d, d'} \end{cases}$

Giải

a) Loại thấu kính

AB thật qua thấu kính cho ảnh $A'B' = \dfrac{1}{2}AB$ và cùng chiều AB ⇒ đây là TKPK.

b) Vị trí d, d'

$$\text{Do}\begin{cases} A'B' = \dfrac{1}{2}AB \\ A'B' \uparrow\uparrow AB \end{cases} \Rightarrow \left.\begin{matrix} k = \dfrac{1}{2} \\ \text{Mà } k = -\dfrac{d'}{d} \end{matrix}\right\} \Rightarrow d' = -\dfrac{d}{2} \quad (1)$$

- $\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{d} + \dfrac{1}{d'}$ (2)
- Giải (1) và (2) $\Rightarrow \begin{cases} d = 20\text{cm} \\ d' = -10\text{cm} \end{cases}$

Dạng 4. Khoảng cách vật - ảnh

15. Cho $\begin{cases} f = 20\text{cm} \\ L = 90\text{cm} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} d, d'$

Giải

Áp dụng: $|d + d'| = L$

– Đề cho AB thật qua thấu kính cho ảnh A'B' nhưng chưa rõ tính chất ảnh A'B' nên phải xét hai trường hợp.

– *Trường hợp 1:* Vật thật – ảnh thật ($d > 0$, $d' > 0$)

$$\Rightarrow d + d' = L$$

$$\Leftrightarrow d + \frac{df}{d - f} = L$$

$$\Leftrightarrow d^2 - Ld + Lf = 0$$

$$\Leftrightarrow d^2 - 90d + 1800 = 0$$

$$\begin{cases} d = 60\text{cm} \\ d' = 30\text{cm} \end{cases} \vee \begin{cases} d = 30\text{cm} \\ d' = 60\text{cm} \end{cases}$$

– *Trường hợp 2:* Vật thật – ảnh ảo ($d > 0$, $d' < 0$). Vì thấu kính hội tụ cho ảnh ảo ở xa thấu kính hơn vật nên $d + d' < 0$

$$\Rightarrow d + d' = -L$$

$$\Leftrightarrow d + \frac{df}{d - f} = -L$$

$$\Leftrightarrow d^2 - Ld - Lf = 0$$

$$\Leftrightarrow d^2 - 90d - 1800 = 0$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} d = 106\text{cm} \\ d' = -196\text{cm} \end{cases} \vee \begin{cases} d = -16\text{cm} \\ d' = -74\text{cm} \end{cases} \text{(loại)}$$

Vậy $\begin{cases} d = 106\text{cm} \\ d' = -196\text{cm} \end{cases}$

16. Cho $\begin{cases} A'B' = 2AB \\ L = 90cm \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} \begin{cases} \text{a) Loại thấu kính} \\ \text{b) Vị trí d, d'} \end{cases}$

Giải

a) Loại thấu kính

AB thật qua thấu kính cho ảnh A'B' = 2AB ⇒ đây là TKHT.

b) Vị trí vật ảnh.

- Vì chưa rõ tính chất ảnh nên phải xét hai trường hợp

* *Trường hợp 1:* Vật thật, ảnh thật (d > 0, d' > 0)

$\Rightarrow d' + d = L \qquad (1)$

$\left.\begin{aligned} &\text{Mà } k = -\frac{d'}{d} \\ &\quad k = -2 \text{ (Do vật thật, ảnh thật)} \end{aligned}\right\}$

$\Rightarrow d' = 2d \qquad (2)$

- Giải (1) và (2) ⇒ $\begin{cases} d = 30cm \\ d = 60cm \end{cases}$

* *Trường hợp 2:* Vật thật – ảnh ảo

Do AB thật qua thấu kính cho ảnh ảo (d' < 0) nằm xa thấu kính hơn vật nên d + d' < 0.

$\Rightarrow d + d' = -L \qquad (3)$

$\left.\begin{aligned} &\text{Mà } k = -\frac{d'}{d} \\ &\quad k = 2 \text{ (Do vật thật, ảnh ảo)} \end{aligned}\right\}$

$\Rightarrow d' = -2d \qquad (4)$

- Giải (3) và (4) ⇒ $\begin{cases} d = 90cm \\ d' = -180cm \end{cases}$

17. Cho $\begin{cases} A'B' = \frac{1}{2}AB \\ L = 15cm \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} \begin{cases} \text{a) Loại thấu kính} \\ \text{b) Vị trí d, d'} \end{cases}$

Giải

a) Loại thấu kính

Vì AB thật qua thấu kính cho A'B' = $\frac{1}{2}$AB và cùng chiều AB ⇒ đây là TKPK.

b) Vị trí d, d'

- Áp dụng: $|d + d'| = L$
- Vì AB qua TKPK cho ảnh A'B' ảo gần thấu kính hơn AB nên $d + d' > 0$

$\Rightarrow d + d' = L \quad (1)$

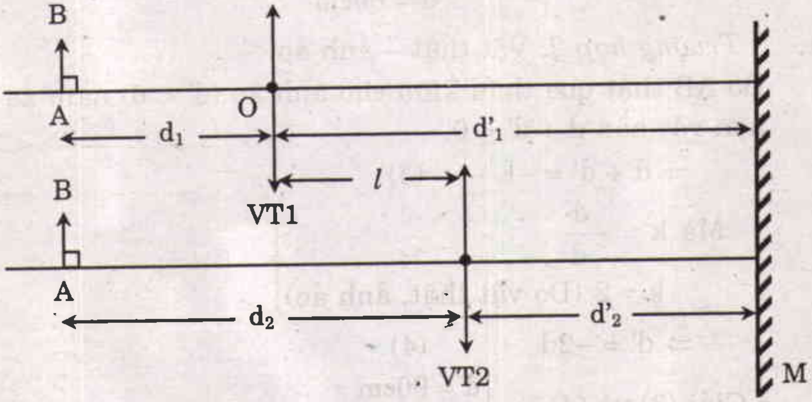
$$\left.\begin{array}{l} \text{Mà } k = -\dfrac{d'}{d} \\ k = \dfrac{1}{2} \text{ (Do vật thật, ảnh ảo)} \end{array}\right\} d' = -\dfrac{d}{2} \quad (2)$$

- Giải (1) và (2) $\Rightarrow \begin{cases} d = 30\text{cm} \\ d' = -15\text{cm} \end{cases}$

Dạng 5. Vật và màn cố định, thấu kính di chuyển giữa vật - màn

18. Cho $\begin{cases} l = 12\text{cm} \\ L = 36\text{cm} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} f = ?$

Giải



+ Ở vị trí 1: $\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{d_1} + \dfrac{1}{d_2} \quad (1)$

+ Ở vị trí 2: $\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{d_2} + \dfrac{1}{d'_2} = \dfrac{1}{d_1 + l} + \dfrac{1}{d'_1 - l} \quad (2)$

+ Từ (1) và (2) $\Rightarrow l^2 = l(d'_1 - d_1)$

Do $l \neq 0 \Rightarrow d'_1 - d_1 = l \quad (3)$

Mà $L = d_1 + d'_1 \quad (4)$

+ Từ (3) và (4) ta được: $d_1 = \dfrac{L - l}{2}$

$$d'_1 = \dfrac{L + l}{2}$$

$$\Rightarrow f = \frac{L^2 - l^2}{4L} = \frac{36^2 - 12^2}{4.36} = 8cm$$

Vậy f = 8cm.

19. Cho $\begin{cases} f = 24cm \\ L = 108cm \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} d_1, d_2$

Giải

Tìm hai vị trí của thấu kính để có ảnh rõ nét trên màn.

Ta có: $d + d' = L \Leftrightarrow d + \dfrac{df}{d-f} = L$

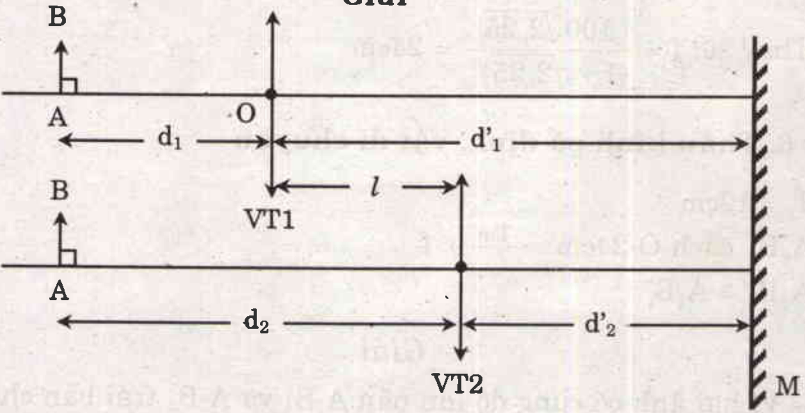
$$\Leftrightarrow d^2 - Ld + Lf = 0$$

$$\Leftrightarrow d^2 - 108 + 2592 = 0$$

$$\begin{cases} d_1 = 72cm \\ d_2 = 36cm \end{cases}$$

20. Cho $\begin{cases} L = 100cm \\ k_1 = 2,25k_2 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} f$

Giải



– Theo tính chất thuận nghịch về chiều truyền ánh sáng:

$$\begin{cases} d_2 = d'_1 \\ d'_2 = d_1 \end{cases} \quad (1)$$

– Ở vị trí 1: $k_2 = -\dfrac{d'_1}{d_1}$

– Ở vị trí 2: $k_2 = -\dfrac{d'_2}{d_2}$

$$\Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d_2}{d'_2} \quad (2)$$

– Từ (1) và (2) ta được:

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d_2}{d'_2} = \frac{d'^2_1}{d^2_1}$$

Đặt $k = \frac{k_1}{k_2}$

$$\Rightarrow \frac{d'^2_1}{d^2_1} = k \Leftrightarrow \left[\begin{array}{ll} \frac{d'_1}{d_1} = \sqrt{k} & (3) \\ \frac{d'_1}{d_1} = -\sqrt{k} & \text{(loại vì } d_1 \text{ và } d'_1 \text{ cùng dấu)} \end{array}\right.$$

– Lại có $d_1 + d'_1 = L$ (4)

– Từ (3) và (4) $\Rightarrow \begin{cases} d_1 = \dfrac{L}{1+\sqrt{k}} \\ d'_1 = \dfrac{\sqrt{k}L}{1+\sqrt{k}} \end{cases} \Rightarrow f = \dfrac{d_1.d'_1}{d_1 + d'_1} = \dfrac{L\sqrt{k}}{(1+\sqrt{k})^2}$

Vậy $f = \frac{L\sqrt{k}}{(1+\sqrt{k})^2}$

Thay số: $f = \frac{100\sqrt{2,25}}{(1+\sqrt{2,25})^2} = 24cm$

Dạng 6. Thấu kính cố định, vật di chuyển

21. $\begin{cases} d_1 = 12cm \\ A_2B_2 \text{ cách O } 24cm \xrightarrow{\text{Tìm}} f \\ A_2B_2 = A_1B_1 \end{cases}$

Giải

– Vì hai ảnh có cùng độ lớn nên A_1B_1 và A_2B_2 trái bản chất:

$$k_2 = -k_1$$

$$\Leftrightarrow -\frac{f}{d_2 - f} = -\left(\frac{-f}{d_1 - f}\right)$$

$$\Leftrightarrow d_1 - f = f - d_2 \quad \Leftrightarrow d_2 = 2f - d_1$$

$$\Leftrightarrow \frac{d'_2 f}{d'_2 - f} = 2f - d_1 \ (*)$$

Vì A_2B_2 cách O 24cm, chưa biết thật hay ảo, nên xét hai trường hợp:

+ Trường hợp 1: $d'_2 = 24cm$

– Từ (*) ⇒ $\dfrac{24f}{24-f} = 2f - 12 \Leftrightarrow f^2 - 18f + 144 = 0$

⇒ Vô nghiệm

+ Trường hợp 2: $d'_2 = -24cm$

– Từ (*) ⇒ $\dfrac{-24f}{-24-f} = 2f - 12$

$\Leftrightarrow f^2 + 12f - 144 = 0$

$\Rightarrow f = 7{,}4cm \vee f = -19{,}4\ (cm)$

Do thấu kính hội tụ nên nhận d = 7,4cm

22. $$\begin{cases} A_1B_1 = 2cm \\ d_2 = d_1 - 45 \\ A_2B_2 = 20cm \\ d'_2 = d'_1 + 18 \\ A_1B_1 \text{ và } A_2B_2 \text{ cùng bản chất} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} a)\ f = ? \\ b)\ d_1, d'_1 \end{cases}$$

Giải

+ Vị trí đầu:

$$\underset{d_1}{\underbrace{AB \quad}} \xrightarrow{O} \underset{d'_1}{\underbrace{\quad A_1B_1}}$$

$$K_1 = -\frac{f}{d_1 - f} \qquad (1)$$

+ Vị trí sau:

$$\underset{d_2}{\underbrace{AB \quad}} \xrightarrow{O} \underset{d'_2}{\underbrace{\quad A_2B_2}}$$

$$K_2 = -\frac{f}{d_2 - f} \qquad (2)$$

* Do $\begin{cases} A_2B_2 = 10A_1B_1 \\ A_1B_1 \text{ và } A_2B_2 \text{ cùng bản chất} \end{cases}$

$$\Rightarrow k_2 = 10k_1 \qquad (3)$$

* Thay (1), (2) vào (3)

$$\Leftrightarrow \frac{-f}{d_2 - f} = 10\left(\frac{-8}{d_1 - f}\right)$$

$$\Leftrightarrow d_1 - f = 10(d_2 - f) \qquad (4)$$

+ Do dời vật gần thấu kính nên:

$$d_2 = d_1 - 45 \qquad (5)$$

+ Từ (4) và (5), ta được

$$d_1 = f + 50 \qquad (6)$$

+ Do vật lại gần ⇒ ảnh chạy xa thấu kính nên $d'_2 = d'_1 + 18$

$$\Leftrightarrow \frac{d_2 f}{d_2 - f} = \frac{d_1 f}{d_1 - f} + 18 \qquad (7)$$

+ Từ (5) và (7) ta được:

$$\frac{(d_1 - 45)f}{d_1 - 45 - f} = \frac{d_1 f}{d_1 - f} + 18 \ (8)$$

– Thế (6) vào (8), ta được:

$$\frac{(f + 5)f}{5} = \frac{(f + 50)f}{50} + 18 \qquad \Leftrightarrow 9f^2 = 900$$

$$\Leftrightarrow f^2 = 100 \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} f = 10\text{cm} \\ f = -10\text{cm} \end{array}\right. \ (\text{loại})$$

Vậy f = 10cm

23. $\begin{cases} f = 12\text{cm} \\ d_2 = d_1 - 6 \xrightarrow{\text{Tìm}} d_1,\ d'_1 \\ d'_2 = d'_1 + 2 \end{cases}$

Giải

+ Chưa dịch chuyển

$$AB \xrightarrow{O_1} A_1B_1$$

$$\underbrace{\qquad d_1 \qquad}\ \underbrace{\qquad d'_1 \qquad}$$

Ta có: $k_1 = -\frac{f}{d_1 - f} \Leftrightarrow d_1 = f(1 - \frac{1}{k_1})$ (1)

$k_1 = -\frac{d'_1 - f}{d'_1} \Rightarrow d'_1 = f(1 - k_1)$ (2)

+ Khi dịch chuyển

$$AB \xrightarrow{O_1} A_2B_2$$

$$\underbrace{\qquad d_2 \qquad}\ \underbrace{\qquad d'_2 \qquad}$$

Tương tự ta cũng có: $d_2 = f(1 - \frac{1}{k_2})$ (3)

$d'_2 = f(1 - k_2)$ (4)

Mà $d_2 = d_1 - 6$ (5)

$d'_2 = d'_1 + 2$ (6)

– Thế (1), (3) vào (5)

$$\frac{k_2 - k_1}{k_1 k_2} = -\frac{1}{2} \qquad (7)$$

+ Thay (2), (4) vào (6): $k_1 - k_2 = \frac{1}{6}$

– Giải hệ: $\begin{cases} \dfrac{k_2 - k_1}{k_1 k_2} = \dfrac{1}{2} \\ k_1 - k_2 = \dfrac{1}{6} \end{cases} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} k_1 = -0,5 \Rightarrow k_2 = -0,7 \\ k_1 = 0,7 \Rightarrow k_2 = 0,5 \end{array}\right.$

+ $k_1 = -0,5 \Rightarrow \begin{cases} d_1 = 36\text{cm} \\ d_1' = 18\text{cm} \end{cases}$

+ $k_1 = 0,7 \Rightarrow \begin{cases} d_1 = 5,1\text{cm} & \text{(loại)} \\ d_1' = -7,2\text{cm} & \text{(loại)} \end{cases}$

(Vì A là điểm sáng thật)

Vậy $\begin{cases} d_1 = 36\text{cm} \\ d_1' = 18\text{cm} \end{cases}$

24. $\begin{cases} L = 90\text{cm} \\ A'B' = \dfrac{1}{2}AB \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } f = ? \\ \text{b) Tìm chiều di chuyển của màn} \end{cases}$

Giải

a) Tiêu cự của thấu kính

Do ảnh rõ nét trên màn nên:

$$d + d' = L = 90 \qquad (1)$$

$$\text{Do} \begin{cases} A'B' = \dfrac{1}{2}AB \\ A'B' \uparrow\downarrow AB \end{cases} \Rightarrow \left.\begin{array}{r} k = -\dfrac{1}{2} \\ \text{Mà } k = -\dfrac{d'}{d} \end{array}\right\} \Rightarrow d' = \frac{d}{2} \qquad (2)$$

– Từ (1) (2) $\Rightarrow \begin{cases} d = 60\text{cm} \\ d' = 30\text{cm} \end{cases}$

– Tiêu cự thấu kính:

$$f = \frac{dd'}{d + d'} = \frac{60.30}{60 + 30} = 20\text{cm}$$

Vậy f = 20cm.

b) Chiều di chuyển màn để luôn có ảnh rõ trên màn khi thấu kính di chuyển về phía M.

- Ban đầu thấu kính cách vật 60cm

+ Khi thấu kính di chuyển từ vị trí 60cm đến gần vị trí 40cm thì L giảm → màn di chuyển về phía vật.

+ Khi thấu kính ở vị trí 40cm thì L_{min}

+ Thấu kính di chuyển từ vị trí 40cm về gần vị trí 20cm thì L tăng → màn dịch chuyển ra xa vật.

+ Ở vị trí 20cm thì ảnh ở vô cực → màn ở vô cực.

Dạng 6. Khảo sát diện tích vùng sáng trên màn

25. Cho $\begin{cases} f = 20cm \\ D = 5cm \\ d = 30cm \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) Vị trí màn để } S \in \text{ màn} \\ \text{b) Dịch chuyển màn 12cm. Tìm} \\ \quad \text{đường kính vệt sáng trên màn.} \end{cases}$

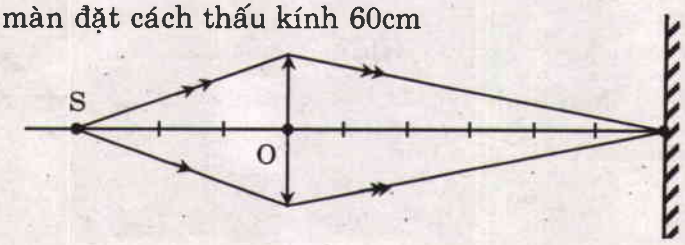
Giải

a) Vị trí màn

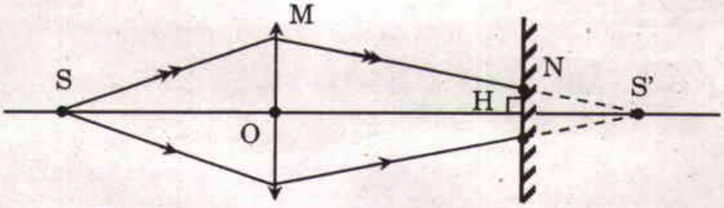
– Vị trí S':

$$d' = \frac{df}{d - f} = \frac{30.20}{30 - 20} = 60cm$$

Vậy màn đặt cách thấu kính 60cm



b)



– Giả sử dịch chuyển màn lại gần

– Xét hai tam giác đồng dạng: ΔS'HM ∽ S'OM

$$\Rightarrow \frac{HN}{OM} = \frac{S'H}{S'O} \Leftrightarrow \frac{HN}{5} = \frac{12}{60} \Leftrightarrow HN = \frac{12}{60}.5 = 1cm$$

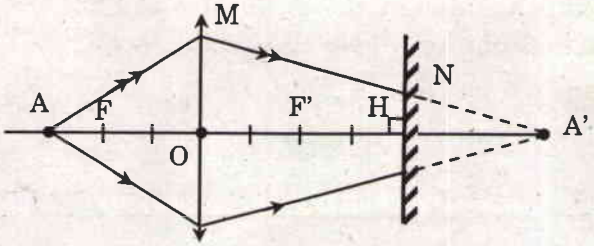
Vậy đường kính vệt sáng trên màn bằng 2cm

Chú ý: Nếu dịch chuyển màn ra xa S' thì kết quả cũng như nhau. Tuy nhiên nếu bài toán cho đường kính vệt sáng trên màn và yêu cầu tìm vị trí màn thì phải xét đủ cả hai trường hợp.

26.

$$\text{Cho}\begin{cases} f = 20cm \\ OA = 30cm \\ OH = 40cm \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) Chiều và độ dời A} \\ \text{b) Vị trí A để đường kính vệt sáng gấp} \\ \quad\text{2 lần đường kình của thấu kính.} \end{cases}$$

Giải



+ Vị trí ảnh A' lúc chưa dời:

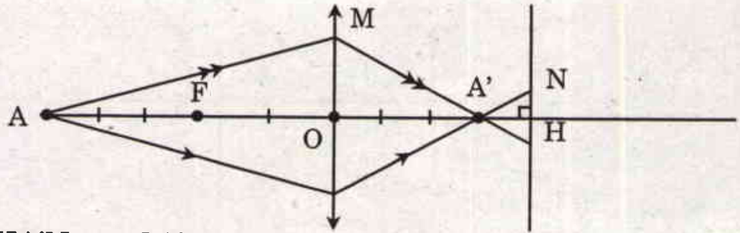
$$d' = \frac{df}{d-f} = \frac{30.20}{30-20} = 60cm$$

$$\Rightarrow \frac{HN}{OM} = \frac{A'H}{A'O} = \frac{1}{3}$$

+ *Nhận xét:*

– Nếu A dời gần thấu kính thì A' di chuyển ra xa → đường kính vệt sáng luôn luôn lớn hơn đường kính vệt sáng ban đầu, điều nay không bao giờ thỏa điều kiện đề bài.

⇒ A phải di chuyển xa thấu kính để cho A' ở trước màn, lúc này đường kính vệt sáng mới có thể bằng lúc đầu được.



Xét ΔHA'N ∽ OA'M

$$\Rightarrow \frac{HN}{OM} = \frac{A'H}{A'O} = \frac{OH-OA'}{OA'} = \frac{OH}{OA'} - 1$$

Mà khi chưa di chuyển A thì: $\frac{HN}{OM} = \frac{1}{3}$

$$\Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{OH}{OA'} - 1 \Leftrightarrow \frac{OH}{OA'} = \frac{4}{3}$$

$$\Rightarrow OA' = \frac{3}{4}.OH = \frac{3}{4}.40 = 30cm$$

Vì A' là ảnh thật nên d' = 30cm

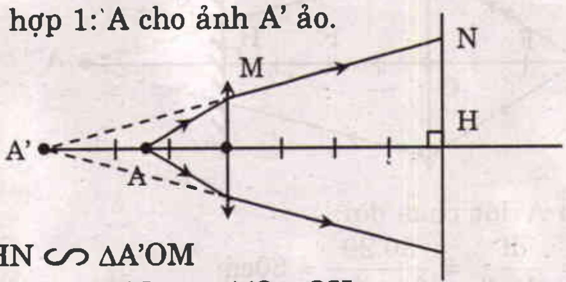
$$\Rightarrow \text{Vị trí vật: } d = \frac{d'f}{d'-f} = \frac{30.20}{30-20} = 60cm$$

⇒ Phải dịch chuyển A ra xa một đoạn 30cm

b) Vị trí A

+ Vì đường kính vệt sáng gấp hai lần đường kính thấu kính nên xét hai trường hợp

+ Trường hợp 1: A cho ảnh A' ảo.



Xét: ΔA'HN ∽ ΔA'OM

$$\Rightarrow \frac{A'H}{A'O} = \frac{HN}{OM} \Leftrightarrow \frac{A'O + OH}{A'O} = 2$$

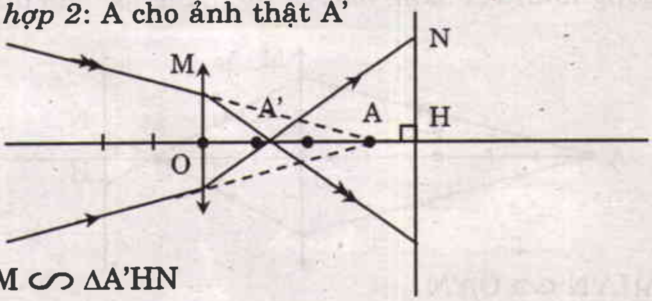
$$\Leftrightarrow 1 + \frac{OH}{A'O} = 2 \Leftrightarrow \frac{OH}{A'O} = 1 \Leftrightarrow A'O = OH = 40cm$$

Vì A' là ảnh ảo nên d' = –40cm

$$\Rightarrow \text{Vị trí vật A: } d = \frac{d'f}{d'-f} = \frac{-40.20}{-40-20} = 13,3cm$$

Vậy vị trí A cách thấu kính 13,3cm

+ *Trường hợp 2*: A cho ảnh thật A'



Xét ΔA'OM ∽ ΔA'HN

$$\Rightarrow \frac{HN}{OM} = \frac{A'H}{A'O} \Leftrightarrow 2 = \frac{OH - A'O}{A'O}$$

$$\Leftrightarrow 2 = \frac{OH}{A'O} - 1 \Leftrightarrow \frac{OH}{A'O} = 3 \Rightarrow A'O = \frac{OH}{3} = 13,3cm$$

Vì A' là ảnh thật nên d' = 13,3cm ⇒ Vị trí vật:

$$d = \frac{d'f}{d' - f} = \frac{13,3.20}{13,3 - 20} = -39,7\text{cm}$$

⇒ A là ảo phía sau thấu kính, các thấu kính 39,7cm

Dạng 8. Toán vẽ đối với thấu kính

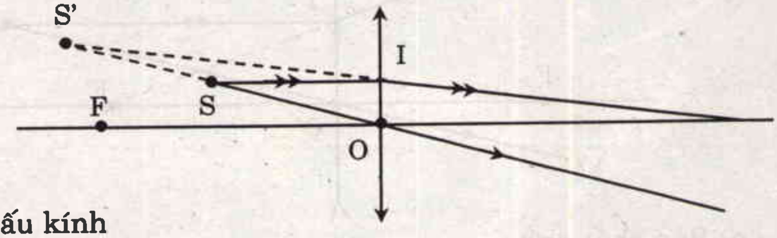
27. Cho $\begin{cases} \text{S điểm sáng} \\ \text{S' là ảnh S} \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} \begin{cases} \text{a) Bản chất S'} \\ \text{b) Loại thấu kính} \\ \text{c) Các tiêu điểm chính} \end{cases}$

Giải

a) Bản chất ảnh

Vì S, S' cùng phía đối với trục chính nên S, S' trái bản chất mà S thật ⇒ S' là ảnh ảo.

Hình 1



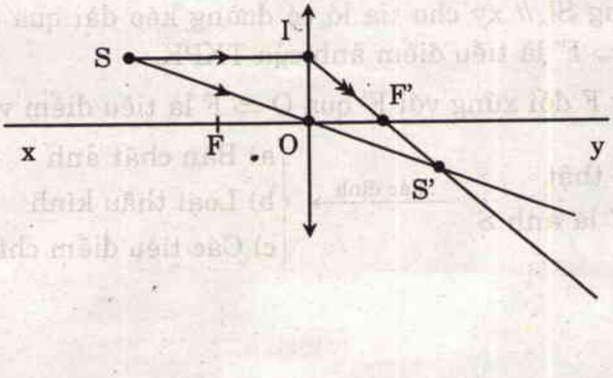
b) Loại thấu kính

- Vì S' ở xa trục chính hơn S nên đây là TKHT

c) Các tiêu điểm chính

- Nối SS' cắt trục chính tại O thì O là quang tâm
- Qua O dựng TKHT (L) vuông góc xy
- Dựng tia sáng SI // xy, cho tia ló có đường nối dài qua S' và cắt trục chính tại F', F' là tiêu điểm ảnh chính của TKHT.
- Lấy F đối xứng với F' qua O, F là tiêu điểm vật.

Hình 2



a) Bản chất ảnh

- Vì S, S' khác phía đối với xy nên S, S' cùng bản chất, mà S là vật thật ⇒ S' là ảnh thật.

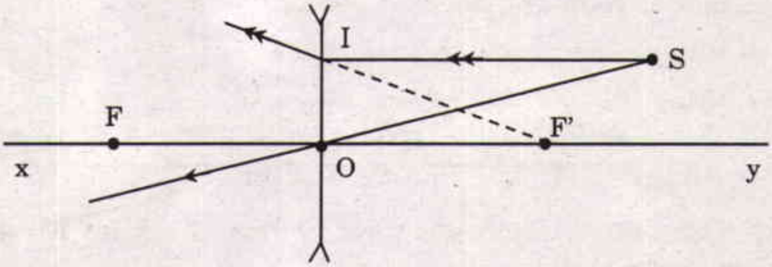
b) Loại thấu kính

- Vật thật qua TK cho ảnh thật ⇒ đây là TKHT

c) Các tiêu điểm chính

- Nối S, S' cắt xy tạo O, O là quang tâm
- Qua O dựng TKHT vuông góc với xy
- Dựng tia sáng SI // xy, cho tia ló qua S' và cắt xy tại F' ⇒ F' là tiêu điểm ảnh của TKHT.
- Lấy F đối xứng với F' qua O ⇒ F là tiêu điểm vật.

Hình 3



a) Bản chất ảnh

- Vì S, S' cùng phía đối với trục chính nên S, S' trái bản chất, mà S là thật ⇒ S' là ảnh ảo.

b) Loại thấu kính

- Vì S' ở gần trục chính hơn S ⇒ đây là TKPK.

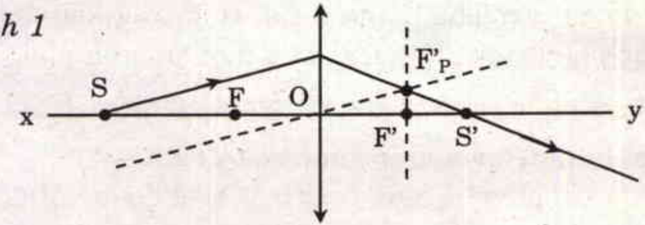
c) Các tiêu điểm chính

- Nối SS' cắt xy tại O, O là quang tâm
- Qua O dựng TKPK vuông góc xy
- Dừng SI // xy cho tia ló có đường kéo dài qua S' và cắt xy tại F' ⇒ F' là tiêu điểm ảnh của TKPK.
- Lấy F đối xứng với F' qua O ⇒ F là tiêu điểm vật.

28. Cho $\begin{cases}\text{S thật}\\ \text{S' là ảnh S}\end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} \begin{cases}\text{a) Bản chất ảnh}\\ \text{b) Loại thấu kính}\\ \text{c) Các tiêu điểm chính}\end{cases}$

Giải

Hình 1



a) Bản chất ảnh

- Vì S, S' ở khác phía đối với TK nên S, S' cùng bản chất, mà S thật ⇒ S' thật.

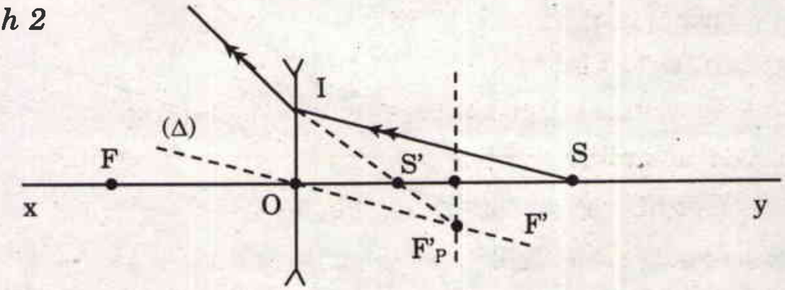
b) Loại thấu kính

- Vật S qua thấu kính cho S' thật ⇒ đây là TKHT.

c) Các tiêu điểm chính

- Qua O dựng TKHT vuông góc xy
- Dựng tia sáng gặp thấu kính tại I
- Dựng trục phụ (Δ) // SI
- Tia sáng SI qua TKHT cho tia ló qua ảnh S' và cắt trục phụ (Δ) tại F'_p, F'_p là tiêu điểm ảnh phụ.
- Dựng mặt phẳng vuông góc xy, qua tiêu điểm F'_p và cắt xy tại F' ⇒ F' là tiêu điểm ảnh chính của TKHT.
- Lấy F đối xứng với F' qua O ⇒ F là tiêu điểm vật.

Hình 2



a) Bản chất ảnh

- Vì S, S' ở cùng phía đối với TK nên S, S' trái bản chất mà S là thật ⇒ S' ảnh ảo.

b) Loại thấu kính

- Vì S' gần thấu kính hơn S ⇒ đây là TKPK

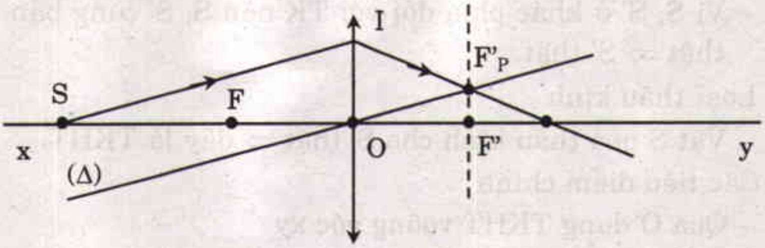
c) Các tiêu điểm chính

- Qua O dựng TKPK vuông góc xy
- Dựng tia sáng gặp TKPK tại I

- Dựng trục phụ (Δ) // SI
- Tia sáng SI qua TKPK cho tia ló có đường kéo dài qua S' và cắt trục phụ (Δ) tại F'_p ⇒ F'_p là tiêu điểm ảnh phụ.
- Dựng mặt phẳng vuông góc xy, qua tiêu điểm F'_p và cắt xy tại F' ⇒ F' là tiêu điểm ảnh chính của TKPK.
- Lấy F đối xứng với F' qua O ⇒ F là tiêu điểm vật.

29. *Hình 1*

a) Loại thấu kính



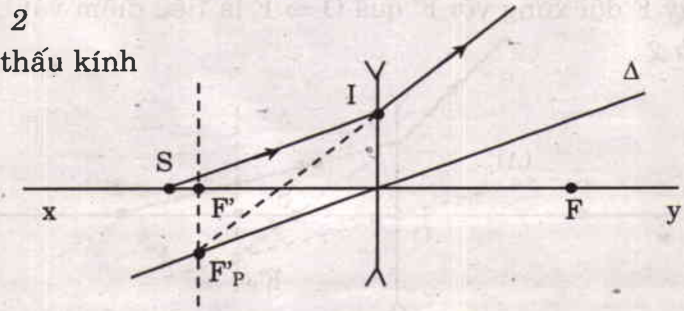
- Vì tia ló lệch gần trục chính so với tia tới ⇒ Đây là TKHT.

b) Các tiêu điểm chính

- Dựng trục phụ (Δ) // SI cắt tia ló tại F'_p ⇒ F'_p là tiêu điểm ảnh phụ.
- Dựng mặt phẳng qua F'_p và vuông góc xy tại F' ⇒ F' là tiêu điểm ảnh chính.
- Lấy F đối xứng với F' qua O ⇒ đây là tiêu điểm vật.

Hình 2

a) Loại thấu kính



- Vì tia ló lệch xa trục chính hơn so với tia tới ⇒ đây là TKPK.

b) Các tiêu điểm chính

- Dựng trục phụ (Δ) // SI, tia ló có đường nối dài cắt (Δ) tại F'_p ⇒ F'_p là tiêu điểm ảnh phụ.
- Dựng mặt phẳng qua F'_p và vuông góc xy tại F' ⇒ F' là tiêu điểm ảnh chính.
- Lấy F đối xứng F' qua O ⇒ F là tiêu điểm vật.

Dạng 9. Thấu kính ghép

30. Cho

$$\begin{cases} f_1 = 20\text{cm} \\ f_2 = -10\text{cm} \\ l = 30\text{cm} \\ d_1 = 20\text{cm} \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} \begin{cases} \text{a) Ảnh } A_2B_2 \text{ vẽ ảnh} \\ \text{b) } d_1, d'_2, = ?\ \text{Biết } A_2B_2 \text{ ảo và } A_2B_2 = 2AB \end{cases}$$

Giải

a) Xác định ảnh A_2B_2 và vẽ ảnh

* Xác định ảnh A_2B_2

$$AB \xrightarrow{O_1} A_1B_1 \xrightarrow{O_2} A_2B_2$$
$$\underbrace{\quad d_1 \quad}\ \underbrace{\quad d'_1 \quad}\ \underbrace{\quad d_2 \quad}\ \underbrace{\quad d'_2 \quad}$$

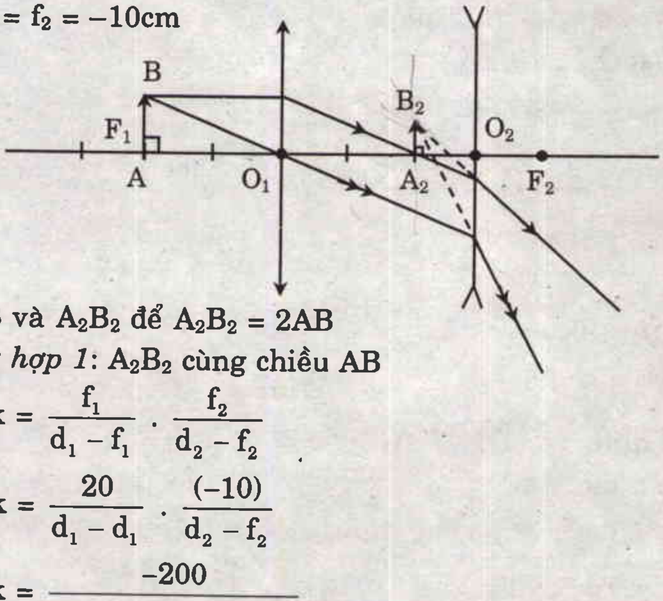
- Đối với O_1

$$d'_1 = \frac{d_1f_1}{d_1 - f_1} = \frac{20.20}{20-20} = \infty$$

- $d_2 = l - d'_1 = 30 - \infty = -\infty$
- Đối với O_2.

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{d'_2} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{d'_2}$$

$$\Rightarrow d'_2 = f_2 = -10\text{cm}$$



b) Vị trí AB và A_2B_2 để $A_2B_2 = 2AB$

- *Trường hợp 1*: A_2B_2 cùng chiều AB

Ta có: $k = \dfrac{f_1}{d_1 - f_1} \cdot \dfrac{f_2}{d_2 - f_2}$

$$\Leftrightarrow k = \frac{20}{d_1 - d_1} \cdot \frac{(-10)}{d_2 - f_2}$$

$$\Leftrightarrow k = \frac{-200}{(d_1 - f_1)(l - d'_1 - f_2)}$$

$$\Leftrightarrow k(d_1 - f_1)(l - \frac{d_1f_1}{d_1 - f_1} - f_2) = -200$$

$$\Leftrightarrow k\,(d_1 - 20)(40 - \frac{-20d_1}{d_1 - 20}) = -200$$

$$\Leftrightarrow k[40(d_1 - 20) - 20d_1] = -200\,(d_1 - 20]$$

$$\Leftrightarrow k(20d_1 - 800] = -200d_1 + 4000\ (*)$$

Do giả sử A_2B_2 cùng chiều AB nên k = 2

$$\Rightarrow 2[20d_1 - 800] = -200d_1 + 4000$$

$$\Rightarrow d_1 = -35\text{cm (loại)}$$

- *Trường hợp 2*: A_2B_2 ngược chiều AB

Do A_2B_2 ngược chiều AB nên k = −2

Từ (*) $\Rightarrow -2(20d_1 - 800) = -200d_1 + 4000$

$$\Leftrightarrow -40d_1 + 1600 = -200d_1 + 4000$$

$$\Rightarrow 160d_1 = 2400$$

$$\Rightarrow d_1 = 15\text{cm}$$

+ Vị trí A_2B_2

$$k = +\frac{f_1}{d_1 - f_1} \cdot \frac{f_2}{d_2 - f_2}$$

$$\Leftrightarrow -2 = \frac{-200}{-5(d_2 + 10)}$$

$$\Leftrightarrow -5(d_2 + 10) = 100$$

$$\Leftrightarrow d_2 + 10 = -20$$

$$\Rightarrow d_2 = -30\text{cm}$$

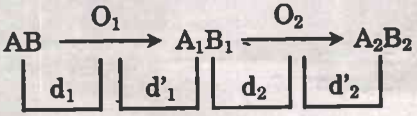
$$\Rightarrow d_2' = \frac{d_2f_2}{d_2 - f_2} = \frac{-30.(-20)}{-30 + 10} = -15\text{cm}$$

31. Cho $\begin{cases} f_1 = 10\text{cm} \\ f_2 = 40\text{cm} \\ l = 10\text{cm} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } d_1 = ?\text{ để } A_2B_2 \text{ ảo} \\ \text{b) } d_1 = ?\text{ để } A_2B_2 \text{ ảo; } A_2B_2 = 20AB \end{cases}$

Giải

a) Xác định vị trí d_1 để A_2B_2 ảo

Sơ đồ tạo ảnh



- $d_1 = \dfrac{d_1f_1}{d_1 - f_1} = \dfrac{10d_1}{d_1 - 10}$

- $d_2 = l - d'_1 = l - \dfrac{10d_1}{d_1 - 10} = 10 - \dfrac{10d_1}{d_1 - 10} = \dfrac{-100}{d_1 - 10}$

- $d'_2 = \dfrac{d_2f_2}{d_2 - f_2} = \dfrac{\left(\dfrac{-100}{d_1 - 10}\right).40}{\dfrac{-100}{d_1 - 10} - 40} = \dfrac{-400}{-40d_1 + 300}$

- Để A_2B_2 ảo thì $d'_2 < 0 \Rightarrow -40d_1 + 300 > 0$

$\Rightarrow d_1 < \dfrac{30}{4}$ (cm)

b) Vị trí d_1 để A_2B_2 ảo và $A_2B_2 = 20AB$

Sơ đồ tạo ảnh

$$AB \xrightarrow{O_1} A_1B_1 \xrightarrow{O_2} A_2B_2$$

$$\boxed{d_1}\;\boxed{d'_1}\;\boxed{d_2}\;\boxed{d'_2}$$

+ Vì $A_2B_2 = 20AB$ nhưng chưa biết rõ chiều nên xét hai trường hợp:

$$k = \frac{f_1f_2}{(d_1 - f_2)(d_2 - f_2)}$$

$\Leftrightarrow k\,[(d_1 - f_1)(l - d'_1 - f_2)] = f_1f_2$

$\Leftrightarrow k\,[-30d_1 + 300 - 10d_1] = f_1f_2$

$\Leftrightarrow k\,[(d_1 - f_2)\,(-30 - \dfrac{d_1f_1}{d_1 - f_1})] = f_1f_2$

$\Leftrightarrow k\,[-30d_1 + 30f_1 - d_1f_1] = f_1f_2\,(d_1 - f_1)$

$\Leftrightarrow k\,[-30d_1 + 300 - 10d_1] = 400\,(d_1 = -10)$

$\Leftrightarrow k\,[300 - 40d_1] = 400\,(d_1 - 10)$

* Trường hợp A_2B_2 cùng chiều AB: $k = 20$

$\Rightarrow 20(300 - 40d_1) = 400(d_1 - 10) \quad \Rightarrow d_1 = 5\text{cm}$

* Trường hợp A_2B_2 ngược chiều AB: $k = -20$

$\Rightarrow -20(300 - 40d_1) = 400(d_1 - 10) \quad \Rightarrow d_1 = 8{,}3\text{cm}$

Loại $d_1 = 8{,}3$cm vì vị trí này cho A_2B_2 thật, điều này trái giả thiết.

32. Cho $\begin{cases} f_1 = -10\text{cm} \\ f_2 = 10\text{cm} \\ d_1 = 40\text{cm} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a) } l = ?\text{ để } d'_1 = 20\text{cm} \\ \text{b) } l = ?\text{ để } A_2B_2 \text{ luôn là ảnh thật} \end{cases}$

Giải

a) Sơ đồ tạo ảnh

$$AB \xrightarrow{O_1} A_1B_1 \xrightarrow{O_2} A_2B_2$$

$$\boxed{d_1}\ \boxed{d'_1}\ \boxed{d_2}\ \boxed{d'_2}$$

- A_2B_2 là ảnh thật, cách O_2 20cm nên $d'_2 = 20cm$

$$\Rightarrow d_2 = \frac{d'_2f_2}{d'_2 - f_2} = \frac{20.10}{20-10} = 20cm$$

- $d_2 = l - d'_1 \Leftrightarrow l = d_2 + d'_1$
- $d'_1 = \frac{d_1f_1}{d_1 - f_1} = \frac{40.(-10)}{40+10} = -8cm$

Vậy $l = 20 + (-8) = 12cm$

b) l = ? để A_2B_2 luôn là ảnh thật

- Ta có: $d_1 = \frac{-10d_1}{d_1+10}$
- $d_2 = l - d'_1 = \frac{ld_1 + 10l + 10d_1}{d_1+10}$

$$\Rightarrow d'_2 = \frac{10(ld_1 + 10l + 10d_1)}{ld_1 + 10l - 100}$$

Do $d_1 > 0 \Rightarrow ld_1 + 10l + 10d_1 > 0$

$$\Rightarrow d'_2 > 0 \text{ khi } ld_1 + 10l - 100 > 0 \quad \Rightarrow l > \frac{100}{d_1+10}$$

Vì d_1 thay đổi từ 0 đến vô cực, do đó với mọi $l > 10$ thì hệ cho ảnh thật.

33. $\begin{cases} f_1 = 40 \\ l = 0 \\ d_1 = 40cm \\ d'_1 = 60cm \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} f_2$

Giải

– Gọi f là tiêu điểm hệ: $f = \frac{d.d'}{d+d'} = \frac{40.60}{40+60} = 24cm$

– Do ghép sát: $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow f_2 = -4,8cm$

Vậy $f_2 = -4,8cm$

IV. Bài tập tương tự

1. Một ngọn nến đặt trước một thấu kính phẳng lồi bằng thủy tinh chiết suất n = 1,5, bán kính mặt lồi là 22,5cm. Ảnh của ngọn nến là thật, cách thấu kính 90cm.

a) Tính khoảng cách từ ngọn nến đến thấu kính

b) Ngọn nến được giữ cố định. Thay thấu kính nói trên bằng một TKPK ở cùng một vị trí, khi đó ảnh của ngọn nến bằng nửa ảnh lúc trước. Tính tiêu cự của TKPK.

2. Một vật sáng AB cao 1cm đặt trước một thấu kính hội tụ cho ảnh A'B' cao 3cm, cách AB 24cm

a) Tìm vị trí vật ảnh

b) Tiêu cự của thấu kính.

3. Một vật sáng AB đặt vuông góc với trục chính của một thấu kính cho một ảnh thật nằm cách vật một khoảng nào đó. Nếu dịch chuyển vật đi một đoạn 30cm về phía thấu kính thì ảnh của vật cũng dịch chuyển đi nhưng vẫn là ảnh thật, nằm cách vật một khoảng như cũ và ảnh sau cao gấp 4 lần ảnh trước.

a) Tìm tiêu cự của thấu kính

b) Vị trí ban đầu của vật và ảnh

4. Vật đặt trước thấu kính, trên trục chính và vuông góc với trục chính. Ảnh thật lớn bằng 3 lần vật. Dời vật xa thấu kính thêm 3cm thì ảnh vẫn thật và dời 18cm. Tìm tiêu cự của thấu kính.

5. Một vật sáng AB đặt vuông góc với trục chính của một thấu kính cho ảnh A_1B_1 cùng chiều và cao gấp hai lần vật, ảnh cách thấu kính 20cm.

a) Cho biết loại thấu kính và tính tiêu cự f_1 của thấu kính này.

b) Giữ vật AB và thấu kính L_1 cố định. Phía sau L_1 đặt thêm thấu kính L_2 có tiêu cự $f_2 = -30$cm đồng trục với L_1 30cm. Tìm vị trí và tính chất ảnh A_2B_2.

Bài 19. MẮT - KÍNH LÚP - KÍNH HIỂN VI - KÍNH THIÊN VĂN

I. Kiến thức cần nắm

1. Mắt

– Xét về phương diện quang học, mắt giống như một máy ảnh, cho ảnh nhỏ hơn vật trên võng mạc.

– Cấu tạo gồm:

+ Thủy tinh thể giống như một TKHT có tiêu cự thay đổi được.

+ Võng mạc là màn ảnh sát đáy mắt.

– Đặc điểm: Tiêu cự của thủy tinh thể thay đổi được.

+ Điểm cực viễn C_V: Điểm xa nhất trên trục chính của mắt, khi đặt vật tại đó mắt vẫn nhìn rõ mà không cần phải điều tiết.

+ Điểm cực cần: Điểm gần nhất ở trục chính mà mắt cần nhìn rõ khi phải điều tiết tối đa.

+ Giới hạn nhìn rõ là khoảng cách từ $C_C \rightarrow C_V$

a) Mắt thường: $OC_C = Đ_C = 25cm$; $OC_V = \infty$

b) Mắt cận thị.

- Khi nhìn không điều tiết thì tiêu cự nhỏ hơn tiêu cự của mắt thường khi không điều tiết.
- Cực viễn cách mắt hữu hạn ($OC_V < \infty$)
- $Đ_C < 25cm$
- Sửa tật: đeo kính phân kì

c) Mắt viễn thị

- Tiêu cự lớn hơn tiêu cự của mắt thường khi không điều điều tiết
- Cực viễn ảo ở sau mắt
- $Đ_C > 25cm$
- Cách sửa: đeo thấu kính hội tụ

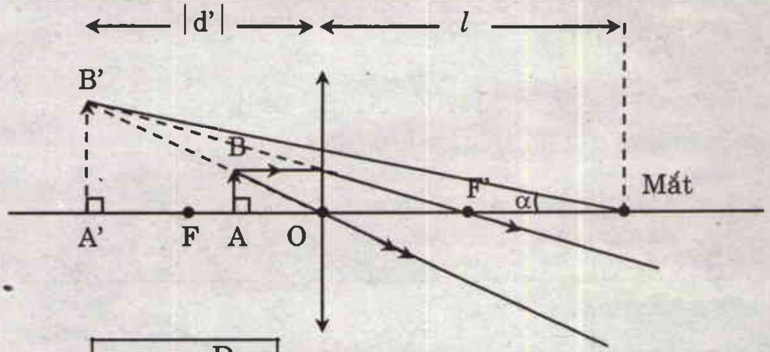
2. *Kính lúp:*

a) Cấu tạo: Là thấu kính hội tụ có tiêu cự vài cm

b) Tác dụng: Tạo ra ảnh ảo, cùng chiều với vật, lớn hơn vật.

c) Độ bội giác:

$$\boxed{G = \frac{\alpha}{\alpha_0} = \frac{tg\alpha}{tg\alpha_0}} \quad \begin{cases} \alpha: \text{góc trông ảnh qua kính lúp} \\ \alpha_0: \text{góc trông vật ở } C_C \text{ khi không mang kính.} \end{cases}$$



$$\boxed{G = k\frac{Đ_C}{|d'| + l}}$$

- Ngắm chừng ở cực cận $G_C = k_C$
- Ngắm chừng ở vô cực $G_\infty = \dfrac{Đ_C}{f}$
- Độ bội giác thương mại $G_\infty = \dfrac{25}{f(cm)}$

Kí hiệu: X G_∞ (ví dụ: X 2,5; X 5)

3. Kính hiển vi

a) Cấu tạo: Gồm hai TKHT O_1 (vật kính) và O_2 (thị kính) có $f_1 < f_2$, đặt đồng trục

b) Tác dụng: tạo ra ảnh ảo A_2B_2 rất lớn so với vật (tăng góc trông ảnh)

c) Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow{O_1} A_1B_1 \xrightarrow{O_2} A_2B_2$$

$$\lfloor\ d_1\ \rfloor\ \lfloor\ d'_1\ \rfloor\ \lfloor\ d_2\ \rfloor\ \lfloor\ d'_2\ \rfloor$$

d) Số bội giác

$$\boxed{G = \frac{\text{tg}\alpha}{\text{tg}\alpha_0} = k.\frac{Đ_C}{|d'_2| + l}}$$

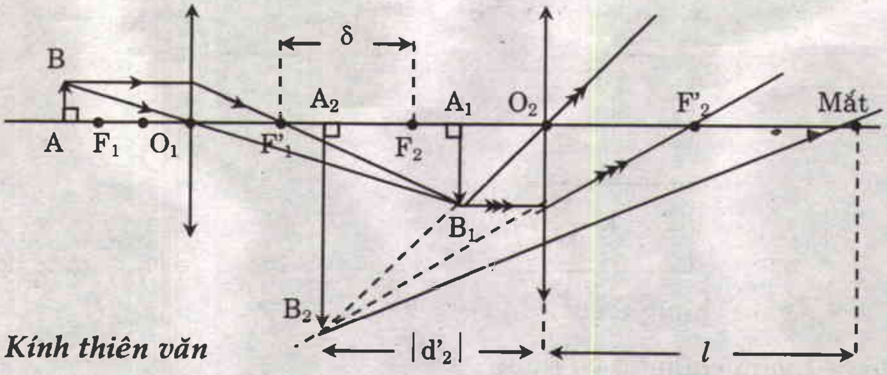
$$\begin{cases} k = k_1.k_2 : \text{Độ phóng đại của hệ} \\ Đ_C : \text{khoảng nhìn rõ ngắn nhất} \\ d'_2 : \text{vị trí của } A_2B_2 \text{ đối với } O_2 \\ l : \text{ khoảng cách từ } O_2 \text{ đến mắt} \\ G\text{: Số bội giác} \end{cases}$$

- Ngắm chừng ở cực cận: $G_C = k_C$

- Ngắm chừng ở vô cực $G_\infty = \dfrac{\delta.Đ_C}{f_1f_2}$

Với $\delta = l - (f_1 + f_2)$: Độ dài quang học

e) Đường đi tia sáng qua kính hiển vi


B
δ
A₂
A₁
O₂
F'₂
Mắt
A
F₁
O₁
F'₁
F₂
B₁
B₂
|d'₂|
l

4. Kính thiên văn

a) Cấu tạo: Gồm hai TKHT O_1 (vật kính) và O_2 (thị kính) có $f_1 > f_2$, đặt đồng trục.

b) Tác dụng: Vật AB ở vô cực, cho ảnh A_2B_2 ảo

c) Sơ đồ tạo ảnh

$$AB \xrightarrow{O_1} A_1B_1 \xrightarrow{O_2} A_2B_2$$

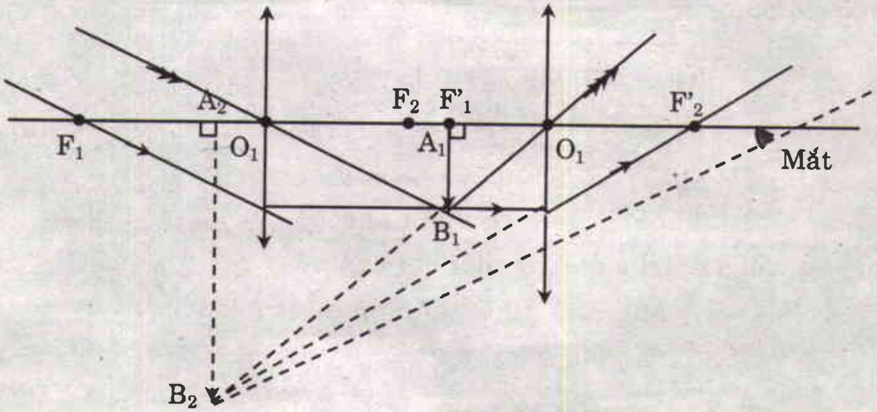
$$d_1 \quad d'_1 \quad d_2 \quad d'_2$$

d) Độ bội giác:

$$\boxed{G = K_2 \frac{f_1}{|d'_2| + l}}$$

- Ngắm chừng ở ∞: $\boxed{G_\infty = \dfrac{f_1}{f_2}}$

e) Đường tia sáng qua kính thiên văn


A₂
F₂
F'₁
F'₂
F₁
O₁
A₁
O₁
Mắt
B₁
B₂

II. Câu hỏi trắc nghiệm và bài tập cơ bản + Nâng cao

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. Chọn câu đúng khi nói về đặc điểm cấu tạo của mắt

a. Độ cong các mặt của thủy tinh thể không thể thay đổi

b. Khoảng cách từ quang tâm của thủy tinh thể đến võng mạc luôn thay đổi

c. Độ cong các mặt của thủy tinh thể và khoảng cách từ quang tâm của thủy tinh thể đến võng mạc đều có thể thay đổi

d. Độ cong các mặt của thủy tinh thể có thể thay đổi những khoảng cách từ quang tâm của thủy tinh thể đến võng mạc được coi là không đổi.

2. Mắt không có tật là mắt:

a. Khi không điều tiết, có tiêu điểm nằm trước võng mạc

b. Khi không điều tiết, có tiêu điểm nằm sau võng mạc

c. Khi không điều tiết, có tiêu điểm nằm trên võng mạc

d. Khi điều tiết, tiêu điểm nằm trên võng mạc.

3. Khi nhìn rõ một vật ở xa nhất trên trục chính và mắt không phải điều tiết thì:

a. Tiêu cự của thủy tinh thể nhỏ nhất

b. Độ tụ của thủy tinh thể lớn nhất

c. Tiêu cự của thủy tinh thể lớn nhất

d. Độ tụ của thủy tinh thể lớn nhất.

4. Mắt điều tiết mạnh nhất khi quan sát vật ở.

à. Điểm cực viễn

b. Điểm cực cận

c. Điểm cách mắt $Đ_C = 25$cm

d. Trong khoảng cách từ C_C đến C_V.

5. Để mắt còn phân biệt được hai điểm A, B ở trên vật thì:

a. Hai điểm A, B phải ngoài đoạn C_CC_V

b. Hai điểm A, B phải thuộc đoạn C_CC_V

c. Góc trông hai điểm A, B phải nhỏ hơn năng suất phân li của mắt

d. Góc trông hai điểm A, B phải lớn hơn năng suất phân li của mắt.

6. Để số bội giác của kính lúp không phụ thuộc vào cách ngắm chừng thì khoảng cách từ kính lúp đến mắt phải bằng.

a. $l = OC_C$ b. $l = OC_V$ c. $l = f$ d. $l = Đ_C = 25$cm.

7. Để một người cận thị khi đeo kính phân kì mà không nhìn thấy được vật gì trước kính thì tiêu cự của thấu kính phân kì phải có độ lớn thỏa:

a. $f > OC_C$ b. $f < OC_C$ c. $f \leq OC_C$ d. $f \geq OC_C$.

8. Số bội giác của kính lúp khi ngắm chừng ở vô cực là:

a. $G = k$ b. $G = \frac{25(cm)}{f}$ c. $G = \frac{Đ_C}{f}$ d. $G = \frac{f}{Đ_C}$.

9. Khi nói về kính hiển vi thì điều nào sau đây là đúng.

Gọi f_1 là tiệu cự của vật kính, f_2 là tiêu cự thị kính, a là khoảng cách giữa vật kính và thị kính thì:

a. $f_1 > f_2$ và a không thể thay đổi được

b. $f_1 < f_2$ và a không thể thay đổi được

c. $f_1 < f_2$ và a có thể thay đổi được

d. $f_1 > f_2$ và a có thể thay đổi được.

10. Khi nói về kính thiên văn thì điều nào sau đây là sai.

Gọi f_1 là tiêu cự của vật kính, f_2 là tiêu cự của thị kính, a là khoảng cách giữa vật kính và thị kính thì:

a. $f_1 < f_2$ và a có thể thay đổi được

b. $f_1 < f_2$ và a cố định

c. $f_1 > f_2$ và a cố định

d. $f_1 > f_2$ và a có thể thay đổi được.

11. Đối với kính thiên văn khi ngắm chừng ở cô cực thì:

a. $G_\infty = \frac{f_2}{f_1}$ b. $G_\infty = \frac{\delta.Đ_C}{f_1.f_2}$ c. $G_\infty = -\frac{f_2}{f_1}$ d. $G_\infty = \frac{f_1}{f_2}$.

12. Khi ngắm chừng ở vô cực thì mối quan hệ giữa số bội giác và số phóng đại của kính thiên văn là:

a. $G_\infty = \frac{1}{k}$ b. $G_\infty = k$ c. $G_\infty = -\frac{1}{k}$ d. $G_\infty = -k$.

13. Số bội giác của kính hiển vi khi ngắm chừng ở vô cực là.

a. $G_\infty = K_2G_2$ b. $G_\infty = \frac{Đ_C}{f_1}$ c. $G_\infty = \frac{f.Đ_C}{f_1.f_2}$ d. $G_\infty = \frac{f}{f_1.f_2}$.

B. Bài tập

Dạng 1. Mắt – Các tật của mắt

* Mắt không tật

- Sơ đồ tạo ảnh:

$$\underbrace{AB \xrightarrow{O_1}}_{d} \underbrace{A'B'}_{d'}$$

- Công thức: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$

Chú ý: Vì khoảng cách từ thủy tinh thể đến võng mạc không đổi: d' = const, do đó khi d thay đổi thì f phải thay đổi (điều tiết).

* Mắt cận thị

- Sửa tật đeo kính phân kì
- Tiêu cự kính sửa tật
  $f_k = -OC_V + l$ ($l = OO_k$; khoảng cách từ kính đến mắt)
- Kính đeo sát mắt $l = 0 \Rightarrow f_k = -OC_V$
- Độ tụ: $\frac{D}{dp} = \frac{1}{f_k(m)}$
- Phạm vi đặt vật lúc đeo kính
  + Quan sát vật ở gần: $d'_C = -OC_C + l \Rightarrow d_C = \frac{d'_C.f_k}{d'_C - f_k}$
  + Quan sát vật ở xa: $d'_C = -OC_V + l \Rightarrow d_V = \frac{d'_V.f_k}{d'_V - f_k}$

  $\Rightarrow$ Phạm vi đặt vật $d_C \le d \le d_V$
- Xác định C_C, C_V của mắt khi không đeo kính
  + Với bài toán này thì đề bài thường cho vị trí vật lúc đeo kính, tức là d_C, d_V.
  + Áp dụng:

$$d'_C = \frac{d_C.f_k}{d_C - f_k} \Rightarrow OC_C = -d'_C + l$$

$$d'_V = \frac{d_V.f_k}{d_V - f_k} \Rightarrow OC_V = -d'_V + l$$

* Mắt viễn thị

- Sửa tật: đeo kính hội tụ
- Tiêu cự kính sửa tật

$f = OC_V + l$; kính sát mắt thì $l = 0 \Rightarrow f_k = OC_V$

- Phạm vi đặt vật lúc đeo kính
  + Quan sát vật ở gần (ngắm chừng ở C_C)

$$d'_C = -OC_C + l \Rightarrow d_C = \frac{d'_C.f_k}{d'_C - f_k}$$

  + Quan sát vật ở xa (ngắm chừng ở C_V)

$$d'_V = OC_V + l \Rightarrow d_V = \frac{d'_V.f_k}{d'_V - f_k}$$

$\Rightarrow$ Phạm vi đặt vật $d_C \le d \le d_V$

- Xác định C_C, C_V của mắt khi không đeo kính
  + Đề cho d_C, d_V lúc đeo kính
  + Áp dụng:

$$d'_C = \frac{d_C.f_k}{d_C - f_k} \Rightarrow OC_C = -\,d'_C + l$$

$$d'_V = \frac{d_V.f_k}{d_V - f_k} \Rightarrow OC_V = d'_V - l$$

1. Mắt có quang tâm cách võng mạc khoảng cách d' = 1,5cm. Tiêu cự của thủy tinh thể thay đổi trong quá trình điều tiết từ 1,3cm đến 1,45cm.

a. Xác định giới hạn nhìn rõ.

b. Tính tiêu cự và tụ số của thấu kính phải ghép sát vào mắt để mắt nhìn thấy vật ở vô cực mà không điều tiết.

2. Một người cận thị có điểm cực viễn cách mắt 50cm và điểm cực cận cách mắt 12,5cm.

a. Tính độ tụ của kính phải đeo.

b. Khi đeo kính người ấy nhìn được vật gần nhất cách mắt bao nhiêu. Cho kính đeo sát mắt.

3. Một mắt cận thị có khoảng thấy được từ 12cm → 80cm.

a. Mắt phải đeo kính gì? Tụ số bao nhiêu để nhìn vật ở vô cực mà không điều tiết.

b. Tìm khoảng thấy được khi đeo kính. Cho kính đeo sát mắt.

4. Mắt của một người có giới hạn nhìn rõ là 35cm và có khoảng nhìn rõ ngắn nhất là 15cm.

a. Người này đeo kính L sát mắt thì thấy vật ở xa vô cực mà không điều tiết. Tìm tiêu cự và độ tụ của thấu kính L.

b. Khi đeo kính L thì người ấy nhìn được vật gần nhất cách mắt bao nhiêu (kính sát mắt).

c. Người này đeo kính L cách mắt 1cm thì thấy được vật gần nhất, xa nhất cách mắt bao nhiêu?

5. Một người cận thị muốn đọc sách như người mắt bình thường có khoảng nhìn rõ ngắn nhất là 25cm, phải đeo kính có tụ số –4dp. Muốn nhìn những vật ở xa không mỏi mắt người ấy phải đeo kính có tụ số –2dp. Kính đeo sát mắt. Tìm khoảng nhìn rõ người ấy khi không đeo kính.

6. Một người viễn thị nhìn rõ được vật gần nhất cách mắt 40cm.

a. Tính độ tụ của kính phải đeo để có thể nhìn vật gần nhất cách mắt 25cm. Kính sát mắt.

b. Nếu người ấy có độ tụ +1dp thì sẽ nhìn được vật gần nhất cách mắt bao nhiêu?

7. Một người mắt có tật, phải đeo kính có độ tụ +2dp. Khi đeo kính này người ấy nhìn rõ các vật ở xa vô cực mà không cần điều tiết.

a. Mắt tật gì?

b. Điểm cực cận cách mắt 50cm. Khi đeo kính có thể đọc được sách đặt cách mắt ít nhất bao nhiêu?

Một mắt viễn thị có thể xem như một thấu kính hội tụ có tiêu cự 16mm, tiêu điểm sau võng mạc 1mm. Tính tiêu cự của kính sửa tật để nhìn rõ các vật ở vô cực mà không điều tiết. Kính đeo cách mắt 1cm.

8. Mắt một người cận thị có điểm cực viễn cách mắt 20cm.

a. Để sửa tật này người đó phải dùng kính gì? Có độ tụ bao nhiêu?

b. Người này cần đọc một thông báo cách mắt 40cm, dùng thấu kính phân kì có tiêu cự 15cm. Để đọc thông báo trên mà không cần điều tiết thì thấu kính phân kì phải đặt cách mắt bao nhiêu?

Dạng 2. Kính lúp

* Phạm vi ngắm chừng một vật qua kính lúp

– Ngắm chừng ở cực cận:

- $d'_C = -OC_C + l \Rightarrow d_C = \dfrac{d'_C.f}{d'_C - f}$.

– Ngắm chừng ở cực viễn:

- $d'_C = -OC_V + l \Rightarrow d_V = \dfrac{d'_V.f}{d'_V - f}$.

– Phạm vi ngắm chừng: $d_C \le d \le d_V$.

* Số bội giác:

+ $G = k\dfrac{Đ_C}{|d'| + l}$

+ Ngắm chừng ở C_C: $G_C = k_C$.

+ Ngắm chừng ở ∞: $G_\infty = \dfrac{Đ_C}{f}$.

+ Độ bội giác thương mại: $G_\infty = \dfrac{Đ_C}{f} = \dfrac{25\ (cm)}{f}$ với $Đ_C = 25cm$

Chú ý:

– Kính sát mắt: $l = 0$.

– Khi mắt đặt trùng với tiêu điểm F' thì số bội giác không phụ thuộc vào vị trí đặt vật trước kính. Lúc này:

$$G_\infty = \frac{Đ_C}{f}.$$

9. Một người cận thị có khoảng cách từ mắt đến điểm cực cận là 10cm, đến điểm cực viễn là 50cm, quan sát một vật nhỏ qua kính lúp có độ tụ +10dp. Mắt đặt sát kính.

a. Xác định phạm vi ngắm chừng của một vật trước kính.

b. Tính độ bội giác của kính trong trường hợp người ấy ngắm chừng ở cực cận và cực viễn.

10. Một kính lúp có tiêu cự 2cm. Một người cận thị có điểm cực cận, cực viễn cách mắt từ 10cm đến 150cm.

a. Xác định phạm vi ngắm chừng.

b. Số bội giác của kính trong trường hợp người ấy ngắm chừng ở trạng thái không điều tiết.

11. Một người cận thị có điểm cực viễn cách mắt 50cm.

a. Xác định tiêu cự của kính mà người này phải đeo để có thể nhìn rõ một vật ở xa vô cực mà không điều tiết.

b. Khi đeo kính, người này có thể đọc được trang sách cách mắt gần nhất là 25cm. Hỏi cực cận của mắt cách mắt bao xa.

c. Để đọc được những dòng chữ nhỏ mà không phải điều tiết, người ấy bỏ kính ra và dùng một kính lúp có tiêu cự 5cm đặt sát mắt. Khi đó trang sách đặt cách kính lúp bao nhiêu. Tính số bội giác của kính lúp.

12. Một người có khoảng nhìn rõ ngắn nhất 15cm và giới hạn nhìn rõ là 35cm. Người này quan sát một vật nhỏ qua kính lúp có tiêu cự 5cm. Mắt đặt cách kính 10cm.

a. Tính số bội giác của kính lúp trong các trường hợp người này ngắm chừng ở cực cận và cực viễn.

b. Năng suất phân li của mắt người này là $1'$. Tính khoảng cách ngắn nhất giữa hai điểm trên vật mà mắt người này còn phân biệt được khi ngắm chừng ở cực viễn.

13. Một người nhìn thấy rõ được những vật cách mắt từ 15cm đến 50cm.

a. Mắt người này bị tật gì? Tính độ tụ của kính mà người này phải đeo sát mắt để nhìn thấy vật ở xa vô cực mà không điều tiết.

b. Khi đeo kính sửa tật thì người ấy nhìn rõ được vật trong phạm vi nào. Kính đeo sát mắt.

c. Người này bỏ kính ra và dùng một kính lúp trên vành kính có ghi X5 để quan sát một vật nhỏ (lấy $Đ_C$ = 25cm). Mắt cách kính 10cm.

– Phải đặt vật trong khoảng nào trước kính?

– Xác định phạm vi biến thiên số bội giác của ảnh.

Dạng 3. Kính hiển vi

* Phạm vi ngắm chừng một vật trước kính

– Ngắm chừng ở cực cận:

$$AB \xrightarrow{O_1} A_1B_1 \xrightarrow{O_2} A_2B_2 \equiv C_C$$

$$\underbrace{\quad d_{1C} \quad}\ \underbrace{\quad d'_{1C} \quad}\ \underbrace{\quad d_{2C} \quad}\ \underbrace{\quad d'_{2C} \quad}$$

- $d'_{2C} = -OC_C + l \Rightarrow d_{2C} = \dfrac{d'_{2C}.f_2}{d'_{2C} - f_2}$
- $d_{2C} = O_1O_2 - d'_{1C} \Rightarrow d_{1C} = \dfrac{d'_{1C}.f_1}{d'_{1C} - f_1}$.

– Ngắm chừng ở cực viễn:

$$AB \xrightarrow{O_1} A_1B_1 \xrightarrow{O_2} A_2B_2 \equiv C_V$$

$$\underbrace{\quad d_{1V} \quad}\ \underbrace{\quad d'_{1V} \quad}\ \underbrace{\quad d_{2V} \quad}\ \underbrace{\quad d'_{2V} \quad}$$

- $d'_{2V} = -OC_V + l \Rightarrow d_{2V} = \dfrac{d'_{2V}.f_2}{d'_{2V} - f_2}$

- $d_{2V} = O_1O_2 - d'_{1V} \Rightarrow d_{1V} = \frac{d'_{1V}.f_1}{d'_{1V} - f_1}$.

– Phạm vi ngắm chừng: $d_{1C} \le d \le d_{1V}$.

* Số bội giác:

$$\boxed{G = \frac{\tan\alpha}{\tan\alpha_0} = |k|\frac{\text{Đ}_C}{|d'_2| + l}} \quad (k = k_1.k_2)$$

- Ngắm chừng ở cực cận: $\boxed{G_C = |k_C| = |k_{1C}.k_{2C}|}$

- Ngắm chừng ở vô cực: $\boxed{G = \frac{\delta \text{Đ}_C}{f_1f_2}}$

Với $\delta = O_1O_2 - (f_1 + f_2)$.

* *Chú ý:* Nếu mắt đặt sát thị kính: $l = 0$.

14. Vật kính của một kính hiển vi có tiêu cự $f_1 = 1$cm, thị kính có tiêu cự $f_2 = 4$cm. Hai kính cách nhau 17cm.

a. Tính số bội giác của kính trong trường hợp ngắm chừng ở ∞. Lấy $\text{Đ}_C = 25$cm.

b. Tính số bội giác của kính và số phóng đại của ảnh trong trường hợp ngắm chừng ở cực cận.

15. Vật kính của một kính hiển vi có tiêu cự $f_1 = 1$cm, thị kính có tiêu cự $f_2 = 4$cm. Chiều dài quang học của kính là 15cm. Người quan sát có điểm cực cận cách mắt 20cm và điểm cực viễn ở ∞. Xác định phạm vi ngắm chừng.

16. Vật kính của một kính hiển vi có tiêu cự $f_1 = 1$cm, thị kính có tiêu cự $f_2 = 4$cm. Độ dài quang học của kính là 16cm. người quan sát có mắt không tật và có khoảng nhìn rõ ngắn nhất là 20cm.

a. Xác định phạm vi ngắm chừng.

b. Tính số bội giác của ảnh trong trường hợp ngắm chừng ở ∞ và ở điểm cực cận.

c. Năng suất phân li của mắt người này là $1'$. Tính khoảng cách ngắn nhất giữa hai điểm trên vật mà người ấy còn quan sát được khi ngắm chừng ở vô cực.

Dạng 4. Kính thiên văn

– Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow{O_1} A_1B_1 \xrightarrow{O_2} A_2B_2$$

$$\underline{|\ d_1 = \infty\ |} \quad \underline{|\ d'_1\ |} \underline{|\ d_2\ |} \quad \underline{|\ d'_2\ |}$$

– Số bội giác:

$$\boxed{G = k_2 \frac{f_1}{|d'_2| + l}}$$

- Ngắm chừng ở ∞:

$$+ \quad \boxed{G = \frac{f_1}{f_2}}$$

$$+ \quad \boxed{O_1O_2 = f_1 + f_2}$$

17. Vật kính của một kính thiên văn học sinh có tiêu cự 1,2m, thị kính có tiêu cự 4cm.

a. Tìm khoảng cách giữa hai kính và số bội giác của kính thiên văn trong trường hợp ngắm chừng ở ∞.

b. Một người dùng kính thiên văn nói trên để quan sát mặt trăng. Điểm cực viễn của người này cách mắt 50cm. Tính khoảng cách giữa hai kính và số bội giác của kính khi học sinh đó quan sát ở trạng thái mắt không điều tiết.

18. Vật kính của kính thiên văn có tiêu cự 25cm, thị kính có tiêu cự 4cm. Hai kính đặt cách nhau 29cm. Một người có điểm cực cận cách mắt 25cm và có điểm cực viễn ở ∞.

a. Đặt mắt sát sau thị kính thì có thể nhìn rõ ảnh của các vật nằm trong khoảng nào trước kính.

b. Khi quan sát như vậy thì số bội giác của ảnh sẽ thay đổi trong phạm vi bao nhiêu?

III. Hướng dẫn trả lời câu hỏi và bài tập

A. Câu hỏi trắc nghiệm

1. d **2.** c **5.** d **8.** c **11.** d

3. c **6.** c **9.** c **12.** c

4. b **7.** b **10.** d **13.** c.

B. Bài tập

Dạng 1. Mắt và các tật của mắt

1. Cho $\begin{cases} d' = 1,5\text{cm} \\ 1,3 \le f \le 1,45\text{cm} \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} \begin{cases} \text{a. Giới hạn nhìn rõ} \\ \text{b. } f_2, D_2 \text{ phải ghép thêm} \end{cases}$

Giải

a) Giới hạn nhìn rõ:

- f = 1,3cm.

$$d_C = \frac{d'f}{d' - f} = \frac{1,5.1,3}{1,5 - 1,3} = 9,75\text{cm}.$$

- f = 1,45cm.

$$d_V = \frac{d'f}{d' - f} = \frac{1,5.1,45}{1,5 - 1,45} = 43,5\text{cm}.$$

Vậy: Giới hạn nhìn rõ trước mắt: $9,75 \le d \le 43,5$.

b) Tiêu cự và tụ số phải ghép sát:

– Gọi f là tiêu cự của hệ tương đương.

f_2 là tiêu cự của kính ghép sát thêm.

Ta có: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$

Do nhìn vật ở ∞ nên d = ∞

$\Rightarrow f = d' = 1,5\text{cm} = 0,015\text{m}$.

$\Rightarrow D = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,015} = 66,7$ (dp).

– Do ghép sát: $D = D_1 + D_2$

$\Rightarrow D_2 = D - D_1$

Với $D_1 = \frac{1}{f_1} = \frac{1}{0,0145} = 68,96$ (dp).

$\Rightarrow D_2 = D - D_1 = 66,7 - 68,96 = -2,26$ (dp).

$\Rightarrow f_2 = \frac{1}{D_2} = \frac{1}{-2,26} = -44,2$ (cm).

2. Cho $\begin{cases} OC_V = 50\text{cm} \\ OC_C = 12,5\text{cm} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a. } D = ? \\ \text{b. } d_C = ? \end{cases}$

Giải

a) Độ tụ của kính phải đeo:

$$f_K = -OC_V + l = -50 + 0 = -50\text{cm}.$$

$$\Rightarrow D = \frac{1}{f_K} = -\frac{1}{0,5} = -2 \text{ (dp).}$$

b) Khi đeo kính này, nhìn được vật gần nhất bằng:

$$A(\infty) \xrightarrow{O_K} A' \equiv C_V \xrightarrow{\text{mắt}} A'' \equiv V$$

$$\boxed{d = \infty}\ \boxed{d'}$$

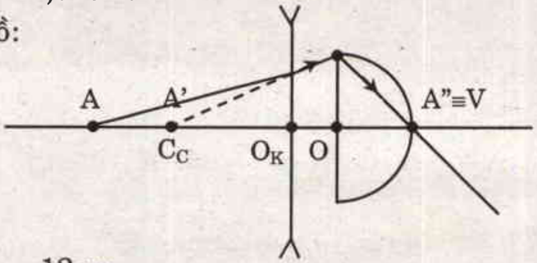
- Do nhìn vật ở gần nên khi vật này qua kính phải trùng với cực cận của mắt:

$$d'_C = -OC_C + l = -12,5 + 0 = -12,5\text{cm}.$$

- Vị trí đặt vật gần nhất:

$$d_C = \frac{d'_C f_K}{d'_C - f_K} = \frac{-12,5.(-50)}{-12,5+50} = 16,67\text{cm}.$$

- Vậy khi đeo kính này người ấy nhìn được vật gần nhất cách kính 16,67cm.
- Sơ đồ:

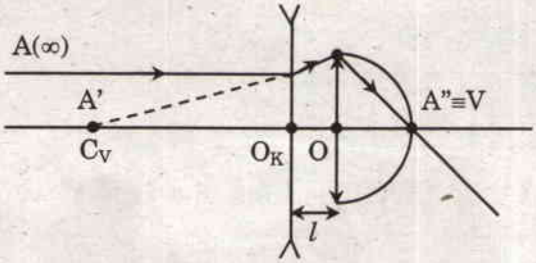


3. Cho $\begin{cases} OC_C = 12\text{cm} \\ OC_V = 80\text{cm} \\ l = 0 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a. } D = ? \\ \text{b. } d_C, d_V = ? \end{cases}$

Giải

a) Độ tụ kính phải đeo:

- Người này tật cận thị vì cực viễn cách mắt chỉ 80cm.
- Sửa tật, phải đeo thấu kính phân kì để nhìn vật ở vô cực mà không điều tiết, lúc này vật ở ∞ qua kính cho ảnh ở cực viễn của mắt.



+ Sơ đồ:

$$A(\text{gần})\xrightarrow{O_K}A'\equiv C_V\xrightarrow{\text{mắt}}A''\equiv V$$
$$\boxed{\;d_C\;}\;\boxed{\;d'_C\;}$$

+ Áp dụng:

$$\frac{1}{f_K}=\frac{1}{d}+\frac{1}{d'}=\frac{1}{\infty}+\frac{1}{d'}$$

$$\Rightarrow f_K = d' = -O_KC_V = -(OC_V - l) = -OC_V + l.$$

Do kính đeo sát mắt: $l = 0$

$$\Rightarrow f_K = -OC_V = -80\text{cm} = -0{,}8\text{m}.$$

Vậy: Độ tụ kính phải đeo: $D = \frac{1}{f} = \frac{1}{-0{,}8} = -1{,}25\text{dp}.$

b) Khoảng thấy được khi đeo kính:

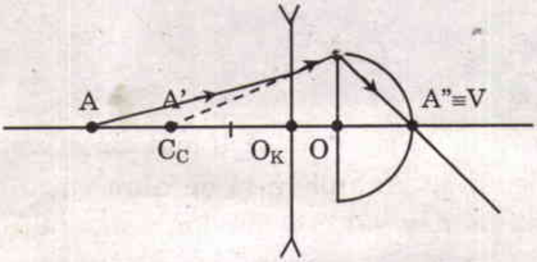
+ Khi nhìn vật ở gần:

$$A(\text{gần})\xrightarrow{O_K}A'\equiv C_C\xrightarrow{\text{mắt}}A''\equiv V$$
$$\boxed{\;d_C\;}\;\boxed{\;d'_C\;}$$

+ Khi nhìn vật A ở gần thì A qua kính sẽ cho ảnh A' trùng với cực cận của mắt.

$$d'_C = -OC_C + l = -12 + 0 = -12\text{cm}.$$

$$\Rightarrow d_C = \frac{d'_Cf}{d'_C - f} = \frac{-12.(-80)}{-12+80} = 14\text{cm}.$$



+ Khi nhìn vật ở xa:

$$A(\text{xa})\xrightarrow{O_K}A'\equiv C_V\xrightarrow{\text{mắt}}A''\equiv V$$
$$\boxed{\;d_V\;}\;\boxed{\;d'_V\;}$$

+ Khi nhìn vật ở xa thì A qua kính cho ảnh A' trùng ở cực viễn của mắt:

$$d'_V = -OC_V + l = -80\text{cm}.$$

$$\Rightarrow d_V = \frac{d'_V f_K}{d'_V - f_K} = \frac{-80.(-80)}{-80+80} = \infty.$$

⇒ Khi đeo kính thì nhìn được vật ở ∞ vì: Kính này chính là kính dùng để sửa tật cho mắt.

+ Sơ đồ tạo ảnh (giống câu a).

$$\textbf{4. } \text{Cho} \begin{cases} C_CC_V = 35\text{cm} \\ OC_C = 15\text{cm} \\ OC_V = C_CC_V + OC_C = 50\text{cm} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a. } D = ?;\ l = 0 \\ \text{b. } d_C = ?;\ l = 0 \\ \text{c. } l = 1\text{cm};\ d_C = ? \end{cases}$$

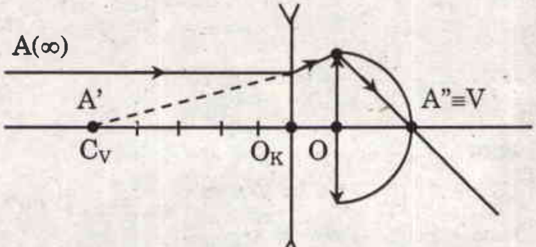
Giải

a) Độ tụ của kính sửa tật:

+ Sơ đồ tạo ảnh:

$$\underbrace{A(xa)}_{d\,=\,\infty} \xrightarrow{O_K} \underbrace{A'\equiv C_V}_{d'} \xrightarrow{\text{mắt}} A''\equiv V$$

+ Đường đi tia sáng qua kính.



* Áp dụng:

$$\frac{1}{f_K} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{d'}$$

$$\Rightarrow f_K = d' = -OC_V + l = -50\text{cm}$$

$$\Rightarrow \text{Độ tụ } D = \frac{1}{f_K} = -\frac{1}{0,5} = -2\text{dp}.$$

b) Khi đeo kính L thì người ấy nhìn được vật gần nhất:

– Sơ đồ tạo ảnh:

$$\underbrace{A(\text{gần})}_{d_C} \xrightarrow{O_K} \underbrace{A'\equiv C_C}_{d'_C} \xrightarrow{\text{mắt}} A'\equiv V$$

– Vì quan sát vật A ở gần nên A qua kính cho A$'$ trùng ở cực cận C$_C$ của mắt:

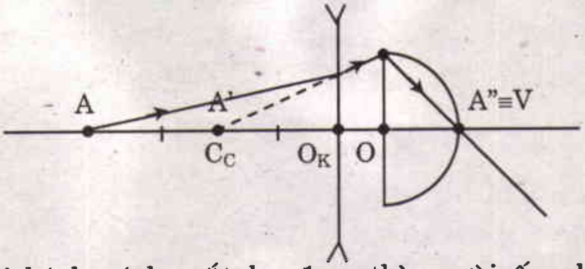
$$\Rightarrow d'_C = -OC_C + l = -15 + 0 = -15\text{cm}.$$

– Vị trí vật:

$$d_C = \frac{d'_C f_K}{d'_C - f_K} = \frac{-15(-50)}{-15+50} = 21{,}4\text{cm}.$$

Vậy khi đeo kính có $f_K = -50$cm thì nhìn rõ được vật gần nhất qua kính là: 21,4cm.

Đường đi của tia sáng qua kính:



c) Khi kính cách mắt $l = 1$cm thì người ấy nhìn rõ vật một đoạn ngắn nhất:

– Làm giống câu b, nhưng khi này:

$$d'_C = -OC_C + l = -15 + 1 = -14\text{cm}.$$

– Vị trí vật:

$$d_C = \frac{d'_C f_K}{d'_C - f_K} = \frac{-14(-50)}{-14+50} = 19{,}4\text{cm}.$$

Vậy $d_C = 19{,}4$ (cm).

5. Cho $\begin{cases} \text{Đeo kính } D_1 = -4\text{dp} \leftrightarrow d_C = 25\text{cm} \\ \text{Đeo kính } D_2 = -2\text{dp} \leftrightarrow d_V = \infty \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} OC_C, OC_V.$

Giải

* Khi đeo kính có $D_1 = -4$dp.

+ Sơ đồ tạo ảnh:

$$A(\text{gần}) \xrightarrow{O_K} A' \equiv C_C \xrightarrow{\text{mắt}} A'' \equiv V$$

$$d_C \qquad d'_C$$

+ Khi đeo kính $D_1 = -4$dp nhìn được vật gần nhất cách mắt 25cm, vật này qua kính cho ảnh hiện lên ở cực cận của mắt, vị trí ảnh:

$$d'_C = \frac{d_C f_K}{d_C - f_K} = \frac{25(-25)}{25+25} = -12{,}5\text{cm}.$$

+ Vì ảnh này trùng ở cực cận của mắt nên:

$OC_C = -d'_C + l = -(-12,5) + 0 = 12,5cm$ (Do kính sát mắt nên $l = 0$).

* Khi đeo kính có $D_2 = -2dp$.

+ Sơ đồ tạo ảnh:

$$A(xa) \xrightarrow[\underbrace{\quad}_{d_V}]{O_K} A' \equiv C_V \xrightarrow[\underbrace{\quad}_{d'_V}]{\text{mắt}} A'' \equiv V$$

+ Khi đeo kính có $D_2 = -2dp$ nhìn vật không mỏi mắt nên vật ở xa vô cực qua kính cho ảnh A' hiện lên ở cực viễn của mắt, vị trí ảnh:

$$\frac{1}{f_K} = \frac{1}{d_V} + \frac{1}{d'_V} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{d'_V}$$

$$\Rightarrow d'_V = f_K = \frac{1}{D_2} = \frac{1}{-2} = -0,5m = -50cm.$$

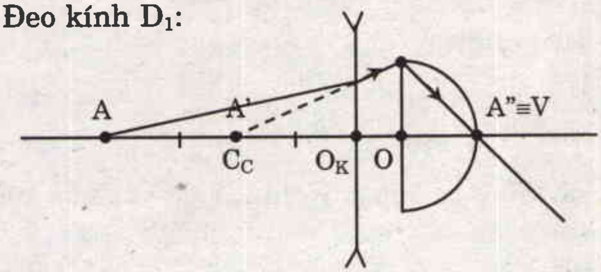
+ Vì ảnh này trùng ở C_V của mắt nên:

$OC_V = -d'_V + l = -(-50) + 0 = 50cm.$

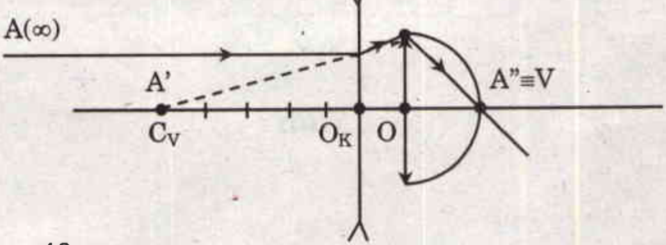
Vậy: $\begin{cases} OC_C = 12,5cm \\ OC_V = 50cm \end{cases}$

* Đường đi tia sáng qua kính trong 2 trường hợp:

+ Đeo kính D_1:



+ Đeo kính D_2:



6. Cho $\begin{cases} OC_C = 40cm \\ d_C = 25cm \\ l = 0 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a. } D = ? \\ \text{b. } D' = 1dp \text{ thì } d_C = ? \end{cases}$

Giải

a) Tìm D_C:

+ Sơ đồ tạo ảnh:

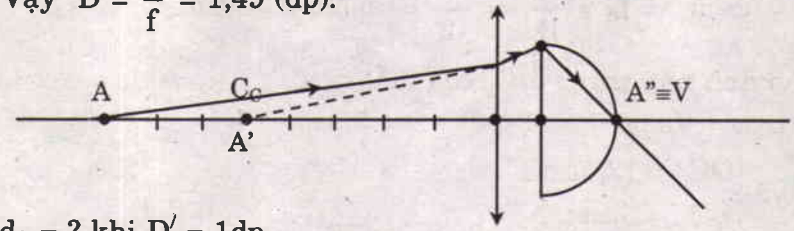
$$\underbrace{A(\text{gần}) \xrightarrow{O_K}}_{d_C} \underbrace{A' \equiv C_C}_{d'_C} \xrightarrow{\text{mắt}} A'' \equiv V$$

+ Vì nhìn vật ở gần, nên vật A qua kính sẽ cho ảnh ở cực cận của mắt:

$$d'_C = -OC_C + l = -40\text{cm}.$$

$$\Rightarrow f_K = \frac{d_C d'_C}{d_C + d'_C} = \frac{25.(-40)}{25 - 40} = 66,67\ (\text{cm}).$$

Vậy $D = \dfrac{1}{f} = 1,49$ (dp).



b) $d_C = ?$ khi $D' = 1$dp.

Tiêu cự:

$$f' = \frac{1}{D'} = 1\text{m} = 100\text{cm}.$$

$$\Rightarrow d_C = \frac{d'_C f}{d'_C - f} = \frac{-40.100}{-40 - 100} = 28,6\ (\text{cm}).$$

Vậy khi đeo kính có $D' = 1$dp thì nhìn được vật gần nhất cách mắt 28,6cm.

7. Cho
$$\begin{cases} D = +2\text{dp} \\ d_V = \infty \\ OC_C = 50\text{cm} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a. Mắt tật gì?} \\ \text{b. } d_C = ? \end{cases}$$

Giải

a) Mắt tật gì?

+ Sơ đồ tạo ảnh:

$$\underbrace{A(\text{xa}) \xrightarrow{O_K}}_{d_V} \underbrace{A' \equiv C_V}_{d'_V} \xrightarrow{\text{mắt}} A'' \equiv V$$

$$\frac{1}{f_K} = \frac{1}{d_V} + \frac{1}{d'_V} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{d'_V}$$

$$\Rightarrow d'_V = f_K = \frac{1}{D} = 1m = 100cm.$$

+ Vì vật ở xa qua kính cho ảnh trùng với cực viễn nên

$$OC_V = d'_V = 100cm.$$

+ Vì cực viễn cách mắt 100cm và nằm sau mắt nên mắt này tật viễn thị.

b) Tìm d_C:

+ Sơ đồ tạo ảnh:

$$A(\text{gần}) \xrightarrow{O_K} A' \equiv C_C \xrightarrow{\text{mắt}} A'' \equiv V$$

$$\boxed{d_C}\ \boxed{d'_C}$$

Ta có: $d'_C = -OC_C + l = -50cm.$

$$\Rightarrow d_C = \frac{d'_C f_K}{d'_C - f_K} = \frac{-50.100}{-50-100} = 33{,}3cm.$$

$$\textbf{8.}\ \text{Cho } OC_V = 20cm \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a. } D = ? \\ \text{b. } d = 40cm \\ \quad f_K = -15cm \\ \quad l = ? \end{cases}$$

Giải

a) Độ tụ kính sửa tật:

– Người này tật cận thị phải đeo thấu kính phân kì để nhìn rõ vật ở ∞ mà không điều tiết.

– Sơ đồ tạo ảnh:

$$A \xrightarrow{O_K} A' \equiv C_V \xrightarrow{\text{mắt}} A'' \equiv V$$

$$|\ d = \infty\ |\ |\ d'\ |$$

– Ta có: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'_C} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{d'}$

$$\left.\begin{array}{l} \Rightarrow f = d' \\ \text{Mà } d = -OC_V \text{ (do ảnh trùng ở } C_V) \end{array}\right\}$$

$$\Rightarrow f = -20cm.$$

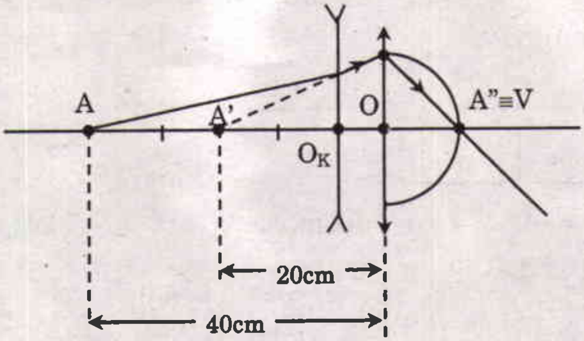
$$\Rightarrow D = \frac{1}{f} = \frac{1}{-0{,}2} = -5dp.$$

b) Tìm khoảng cách kính mắt để quan sát một vật không phải điều tiết.

+ Vì quan sát vật không phải điều tiết nên vật qua kính phải cho ảnh trùng ở cực viễn của mắt.

+ Sơ đồ tạo ảnh:

$$\begin{array}{ccccc} A(xa) & \xrightarrow{O_K} & A' \equiv C_V & \xrightarrow{\text{mắt}} & A'' \equiv V \\ & d_V & & d'_V & \end{array}$$



+ Gọi l là khoảng cách kính và mắt

$\Rightarrow$ Vị trí vật: $d_V = 40 - l$; vị trí ảnh: $d'_V = -20 + l$.

+ Áp dụng công thức vị trí:

$$\frac{1}{f_K} = \frac{1}{d_V} + \frac{1}{d'_V}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{-15} = \frac{1}{40 - l} + \frac{1}{-20 + l}$$

$$\Leftrightarrow l^2 - 60l + 500 = 0$$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} l = 10\text{cm} \\ l = 50\text{cm} \end{array}\right.$$

Loại $l = 50$cm vì khi đó $d_V = 40 - 50 = -10\text{cm} < 0$ (vật ảo).

Vậy $l = 10$cm.

Dạng 2. Kính lúp

9. Cho $\begin{cases} OC_C = 10\text{cm} \\ OC_V = 50\text{cm} \\ D = 10\text{dp} \\ l = 0 \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a. } d_C = ?; d_V = ? \\ \text{b. } G_C, G_V \end{cases}$

Giải

a) Xác định phạm vi ngắm chừng:

+ Ngắm chừng ở cực cận:

$$\underbrace{A(\text{gần})\xrightarrow{O_K}}_{d_C}\underbrace{A'\equiv C_C}_{d'_C}\xrightarrow{\text{mắt}} A''\equiv V$$

+ Vì A ở gần qua kính cho ảnh trùng cực cận nên:

$$d'_C = -OC_C + l = -10\text{cm}.$$

$$\Rightarrow d_C = \frac{d'_C f_K}{d'_C - f_K} = \frac{-10.10}{-10-10} = 5\text{cm}.$$

+ Ngắm chừng ở cực viễn:

$$\underbrace{A(\text{xa})\xrightarrow{O_K}}_{d_V}\underbrace{A'\equiv C_V}_{d'_V}\xrightarrow{\text{mắt}} A''\equiv V$$

Vì A ở xa qua kính cho ảnh trùng cực viễn nên:

$$d'_V = -OC_V + l = -50\text{cm}.$$

$$\Rightarrow d_V = \frac{d'_V f_K}{d'_V - f_K} = \frac{-50.10}{-50-10} = 8{,}3\text{cm}.$$

Vậy phạm vi ngắm chừng: $5 \le d \le 8{,}3\text{cm}$.

b) Số bội giác:

+ Ngắm chừng ở C_C:

$$G_C = K_C = -\frac{d'_C}{d_C} = -\frac{(-10)}{5} = 2.$$

+ Ngắm chừng ở C_V:

$$G_V = K_V\frac{Đ_C}{|d'_V| + l} = -\frac{d'_V}{d_V}.\frac{Đ_C}{|d'_V| + l} = -\frac{(-40)}{8{,}3}.\frac{10}{|-40| + 0} = 1{,}2.$$

Vậy $G_C = 2.$

$G_V = 1{,}2.$

10. Cho

$$\begin{cases} f = 2\text{cm} \\ OC_C = 10\text{cm} \\ OC_V = 150\text{cm} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a. Phạm vi ngắm chừng} \\ \text{b. } G = ?\ \text{ở trạng thái không điều tiết} \end{cases}$$

Giải

a) Phạm vi ngắm chừng:

+ Ngắm chừng ở cực cận:

$$\underbrace{A(\text{gần}) \xrightarrow{O_K}}_{d_C} \underbrace{A' \equiv C_C}_{d'_C} \xrightarrow{\text{mắt}} A'' \equiv V$$

+ Vật A ở gần qua kính lúp cho ảnh A' trùng ở cực cận của mắt nên:

$d'_C = -OC_C + l$ ($l = 0$: do kính đeo sát mắt).

$\Rightarrow d'_C = -10\text{cm}$.

- Vị trí vật khi ngắm chừng ở cực cận:

$$d_C = \frac{d'_C f}{d'_C - f} = \frac{-10.2}{-10-2} = \frac{20}{12} = 1{,}7\text{cm}.$$

+ Ngắm chừng ở cực viễn:

$$\underbrace{A(\text{xa}) \xrightarrow{O_K}}_{d_V} \underbrace{A' \equiv C_V}_{d'_V} \xrightarrow{\text{mắt}} A'' \equiv V$$

- Vật A ở xa qua kính lúp cho ảnh A' trùng ở cực viễn của mắt nên:

$d'_V = -OC_V + l$ ($l = 0$: do kính sát mắt)

$\Rightarrow d'_V = -150\text{cm}$.

- Vị trí vật khi ngắm chừng ở cực viễn:

$$d_V = \frac{d'_V f}{d'_V - f} = \frac{-150.2}{-150-2} = 1{,}97\text{cm}.$$

Vậy: Phạm vi ngắm chừng: $1{,}7 \le d \le 1{,}97$.

b) Số bội giác khi ngắm chừng ở trạng thái không điều tiết:

- Khi ngắm chừng ở trạng thái không điều tiết thì ảnh trùng ở cực viễn của mắt, nên số bội giác là:

$$G_V = k_V.\frac{Đ_C}{|d'_V| + l} = k_V.\frac{Đ_C}{|d'_V|} = -\frac{d'_V}{d_V}.\frac{Đ_C}{|d'_V|} = \frac{150}{1{,}97}.\frac{10}{150} = 5{,}1.$$

Vậy $G_V = 5{,}1$.

11. Cho $OC_V = 50\text{cm} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a. } D = ?\ \text{để nhìn rõ vật ở } \infty \text{ mà không điều tiết} \\ \text{b. } d_C = 25\text{cm};\ OC_C = ? \\ \text{c. } f = 5\text{cm};\ d_V = ?,\ G_V = ? \end{cases}$

Giải

a) Độ tụ của kính cần đeo để nhìn rõ vật ở vô cực mà không điều tiết.

- Người này tật cận thị phải đeo kính phân kì có tụ số thích hợp để nhìn rõ vật ở vô cực mà không điều tiết, lúc này vật ở vô cực qua kính sửa tật cho ảnh ở cực viễn của mắt.
- Sơ đồ tạo ảnh:

$$A(\infty) \xrightarrow{O_K} A' \equiv C_V \xrightarrow{\text{mắt}} A'' \equiv V$$

$$\boxed{d = \infty} \quad \boxed{d'}$$

- $$\frac{1}{f_K} = \frac{1}{d_V} + \frac{1}{d'_V} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{d'_V}$$

$\Leftrightarrow f_K = d'_V = -OC_V + l = -OC_V + 0$ ($l = 0$: kính sát mắt).

$\Rightarrow f_K = -50\text{cm} = -0{,}5\text{m}$.

$$\Rightarrow D = \frac{1}{f_K} = -\frac{1}{0{,}5} = -2\text{đp}.$$

b) Cho $d_C = 25\text{cm}$, tìm OC_C.

$$A(\text{gần}) \xrightarrow{O_K} A' \equiv C_C \xrightarrow{\text{mắt}} A'' \equiv V$$

$$\boxed{d_C} \quad \boxed{d'_C}$$

+ Vì nhìn vật ở gần nên A qua kính cho ảnh trùng ở C_C của mắt:

$\Rightarrow d'_C = -OC_C + l = -OC_C + 0$ (kính sát mắt: $l = 0$).

- Tìm d'_C:

$$\text{Ta có: } d'_C = \frac{d_C f}{d_C - f} = \frac{25(-50)}{25 + 50} = -16{,}7\text{cm}.$$

$\Rightarrow OC_C = -d'_C = -(-16{,}7) = 16{,}7\text{cm}$.

Vậy cực cận cách mắt 16,7cm.

c) $f = 5\text{cm}$. Tìm d_V, G_V.

* Tìm d_V:

Vì quan sát dòng chữ nhỏ ở trạng thái không điều tiết nên vật qua kính cho ảnh trùng cực viễn của mắt:

$\Rightarrow d'_V = -OC_V + l = -50 + 0 = -50\text{cm}$.

$$\Rightarrow d_V = \frac{d'_V f}{d'_V - f} = \frac{-50.5}{-50 - 5} = 4{,}5\text{cm}.$$

Vậy dòng chữ đặt cách kính lúp 4,5cm.

* Tìm G_V:

$$G_V = k_V.\frac{Đ_C}{|d'_V| + l} = -\frac{d'_V}{d_V}.\frac{Đ_C}{|d'_V|} = \frac{50}{4,5}.\frac{16,7}{50} = 3,7.$$

Vậy $G_V = 3,7$.

12. Cho $\begin{cases} OC_C = 15cm \\ C_CC_V = 35cm \Rightarrow OC_V = 50cm \\ f = 50cm \\ l = 10cm \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} a.\ G_C, G_V \\ b.\ \varepsilon = 1'; AB_{min} \end{cases}$

Giải

a) Tìm G_C, G_V:

+ Tìm G_C:

- Khi ngắm chừng ở C_C:

$$\underbrace{A(\text{gần}) \xrightarrow{O_K}}_{d_C} \underbrace{A' \equiv C_C}_{d'_C} \xrightarrow{\text{mắt}} A'' \equiv V$$

Do ngắm chừng ở cực cận nên A qua kính lúp cho ảnh trùng ở cực cận của mắt:

$$\Rightarrow d'_C = -OC_C + l = -15 + 10 = -5cm.$$

$$\Rightarrow d_C = \frac{d'_C f}{d'_C - f} = \frac{-5.5}{-5-5} = 2,5cm.$$

$$\Rightarrow G_C = k_C.\frac{Đ_C}{|d'_V| + l} = \frac{5}{2,5}.\frac{15}{(5+10)} = 2.$$

Vậy $G_C = 2$.

+ Tìm G_V:

- Khi ngắm chừng ở C_V:

$$\underbrace{A(\text{xa}) \xrightarrow{O_K}}_{d_V} \underbrace{A' \equiv C_V}_{d'_V} \xrightarrow{\text{mắt}} A'' \equiv V$$

Do ngắm chừng ở cực viễn nên A qua kính lúp cho ảnh trùng ở cực viễn của mắt:

$$\Rightarrow d'_V = -OC_V + l = -50 + 10 = -40cm$$

$$\Rightarrow d_V = \frac{d'_V f}{d'_V - f} = \frac{-40.5}{-40-5} = 4,4cm.$$

$$\Rightarrow G_V = k_V.\frac{Đ_C}{\left|d'_V\right| + l} = \frac{40}{4,4}.\frac{15}{(40+10)} = 2,7.$$

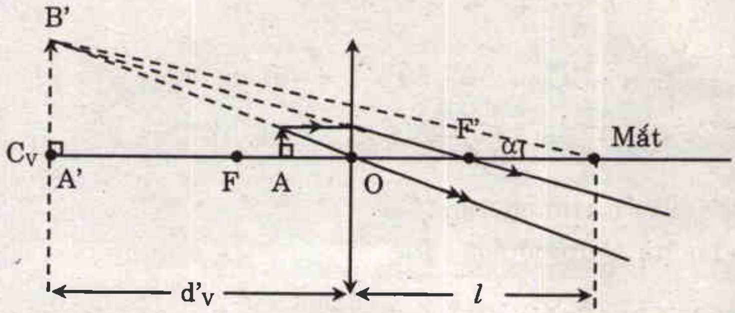
Vậy $G_V = 2,7$.

b) Khoảng cách nhỏ nhất giữa hai điểm trên vật mà mắt còn phân biệt được khi ngắm chừng ở cực viễn.

* Để mắt còn phân biệt được 2 điểm trên vật thì:

$$\alpha \geq \alpha_{min} \quad (1) \text{ với } \begin{cases} \alpha\text{: góc trông ảnh qua kính lúp} \\ \alpha_{min}\text{: năng suất phân li} \end{cases}$$

+ Do α khá nhỏ nên:



$$\left.\begin{aligned} &\alpha = \tan\alpha = \frac{A'B'}{\left|d'_V\right| + l} = \frac{A'B'}{OC_V} \\ &\text{Mà } k_V = \frac{A'B'}{AB} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \alpha = \frac{k_V.AB}{OC_V} \qquad (2)$$

+ Từ (1) và (2) $\Rightarrow \dfrac{k_V.AB}{OC_V} \geq \alpha_{min}$

$$\Rightarrow AB \geq \frac{\alpha_{min}.OC_V}{K_V}$$

$$\Rightarrow AB_{min} = \frac{\alpha_{min}.OC_V}{k_V} = \frac{\alpha_{min}.OC_V.d_V}{-d'_V} = \frac{1.50.4,4}{3600.40} = 1,53.10^{-3}\text{m}.$$

Vậy AB_{min} = 1,53mm.

13. Cho

$$\begin{cases} OC_C = 15\text{cm} \\ OC_V = 50\text{cm} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a. Mắt tật gì? D = ?} \\ \text{b. } d_C \leq d \leq d_V\text{ ?} \\ \text{c. } d_C \leq d \leq d_V = \text{? Khi dùng kính lúp } \Delta G = \text{?} \end{cases}$$

Giải

a) Mắt tật gì? D = ?

+ Mắt người này tật cận thị vì cực viễn cách mắt một khoảng hữu hạn 50cm.

+ Độ tụ của kính phải đeo sát mắt để nhìn rõ vật ở vô cực mà không điều tiết:

- Sơ đồ tạo ảnh:

$$\underset{\boxed{d=\infty}}{A(\infty)} \xrightarrow{O_K} \underset{\boxed{d'}}{A'\equiv C_V} \xrightarrow{\text{mắt}} A''\equiv V$$

- Áp dụng:

$$\frac{1}{f_K} = \frac{1}{d_V} + \frac{1}{d_V'} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{d_V'}$$

$$\Rightarrow f_K = -OC_V + l = -50 + 0 = -50\text{cm}.$$

$$\Rightarrow D = \frac{1}{f_K} = \frac{1}{-0,5} = -2\text{dp}.$$

b) Phạm vi ngắm chừng:

+ Ngắm chừng ở cực cận:

$$\underset{\boxed{d_C}}{A(\text{gần})} \xrightarrow{O_K} \underset{\boxed{d'_C}}{A'\equiv C_C} \xrightarrow{\text{mắt}} A''\equiv V$$

$$\Rightarrow d_C' = -OC_C + l = -15\text{cm}.$$

$$\Rightarrow d_C = \frac{d_C' f_K}{d_C' - f_K} = \frac{-15.(-50)}{-15+50} = 21,4\text{cm}.$$

+ Ngắm chừng ở cực viễn:

$$\underset{\boxed{d_V}}{A(\text{xa})} \xrightarrow{O_K} \underset{\boxed{d'_V}}{A'\equiv C_V} \xrightarrow{\text{mắt}} A''\equiv V$$

$$\Rightarrow d_V' = -OC_V + l = -50\text{cm}$$

$$\Rightarrow d_V = \frac{d_V' f_K}{d_V' - f_K} = \frac{-50.(-50)}{-50+50} = \infty.$$

Vậy phạm vi ngắm chừng $21,4 \le d < \infty$.

c) Khi đeo kính lúp tìm $d_C \le d \le d_V$ và $\Delta G = ?$

+ Tiêu cự kính lúp:

$$G_\infty = \frac{Đ_C}{f} \Rightarrow f = \frac{Đ_C}{G_\infty} = \frac{25}{5} = 5\text{cm}.$$

+ Phạm vi ngắm chừng:

$$\underbrace{A(\text{gần})\xrightarrow{O_K}}_{d_C}\underbrace{\;A'\equiv C_C}_{d'_C}\xrightarrow{\text{mắt}} A''\equiv V$$

$$\Rightarrow d'_C = -OC_C + l = -15\text{cm}$$

$$\Rightarrow d_C = \frac{d'_C f}{d'_C - f} = \frac{-15.5}{-15-5} = 3{,}75\text{cm}.$$

- Ngắm chừng ở C_V:

$$\underbrace{A(\text{xa})\xrightarrow{O_K}}_{d_V}\underbrace{\;A'\equiv C_V}_{d'_V}\xrightarrow{\text{mắt}} A''\equiv V$$

$$\Rightarrow d'_V = -OC_V + l = -50\text{cm}.$$

$$\Rightarrow d_V = \frac{d'_V f}{d'_V - f} = \frac{-50.(5)}{-50-5} = 4{,}5\text{cm}.$$

Vậy $3{,}75 \le d \le 4{,}5$cm.

+ Độ biến thiên của độ tụ:

- Ngắm chừng ở cực cận:

$$G_C = k_C.\frac{Đ_C}{|d'_C| + l} = -\frac{d'_C}{d_C}.\frac{Đ_C}{|d'_C|} = \frac{15}{3{,}75}.\frac{15}{15} = 4.$$

Vậy $G_C = 4$.

- Ngắm chừng ở cực viễn:

$$G_V = k_V.\frac{Đ_C}{|d'_V| + l} = -\frac{d'_V}{d_V}.\frac{Đ_C}{|d'_V|} = \frac{50}{4{,}5}.\frac{15}{50} = 3{,}3.$$

Vậy $3{,}3 \le G \le 4{,}5$.

Dạng 3. Kính hiển vi

17. Cho $\begin{cases} f_1 = 1\text{cm} \\ f_2 = 4\text{cm} \\ O_1O_2 = a = 17\text{cm} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a. } G_\infty = ?\ Đ_C = 25\text{cm} \\ \text{b. } G_C,\ K_C = ? \end{cases}$

Giải

a) Số bội giác khi ngắm chừng ở ∞.

$$G_\infty = \frac{\delta Đ_C}{f_1 f_2}$$

Với $\delta = O_1O_2 - (f_1 + f_2) = 17 - 5 = 12\text{cm}$.

$$\Rightarrow G_\infty = \frac{12.25}{1.4} = 75.$$

b) Tìm G_C, K_C:

+ Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow{O_1} A_1B_1 \xrightarrow{O_2} A_2B_2 \equiv C_C \xrightarrow{\text{mắt}} A_3B_3 \equiv V$$

$$|\ \underline{d_{1C}}\ |\ |\ \underline{d'_{1C}}\ |\ |\ \underline{d_{2C}}\ |\ |\ \underline{d'_{2C}}\ |$$

- Do ngắm chừng ở cực cận nên:

$$d'_{2C} = -OC_C + l = -25 + 0 = -25\text{cm}.$$

$$\Rightarrow d_{2C} = \frac{d'_{2C}f_2}{d'_{2C} - f_2} = \frac{-25.4}{-25 - 4} = 3{,}45\text{cm}.$$

Mà $d_{2C} = O_1O_2 - d'_{1C} \Leftrightarrow d'_{1C} = O_1O_2 - d_{2C}$

$$= 17 - 3{,}45 = 13{,}55\text{cm}.$$

$$\Rightarrow d_{1C} = \frac{d'_{1C}f_1}{d'_{1C} - f_1} = \frac{13{,}55.1}{13{,}55 - 1} = 1{,}079\text{cm}.$$

- $k_C = \dfrac{d'_{1C}}{d_{1C}} \cdot \dfrac{d'_{2C}}{d_{2C}} = \dfrac{13{,}55}{1{,}075} \cdot \dfrac{(-25)}{3{,}45} = -91{,}3.$

- $G_C = |k_C| = 91{,}3.$

15. Cho $\begin{cases} f_1 = 1\text{cm} \\ f_2 = 4\text{cm} \\ \delta = 15\text{cm} \\ OC_C = 20\text{cm} \\ OC_V = \infty \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} d_{1C} \le d \le d_{1V}.$

Giải

Xác định phạm vi ngắm chừng:

+ Ngắm chừng ở C_C:

- Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow{O_1} A_1B_1 \xrightarrow{O_2} A_2B_2 \equiv C_C \xrightarrow{\text{mắt}} A_3B_3 \equiv V$$

$$|\ \underline{d_{1C}}\ |\ |\ \underline{d'_{1C}}\ |\ |\ \underline{d_{2C}}\ |\ |\ \underline{d'_{2C}}\ |$$

- Do ngắm chừng ở cực cận:

$$d'_{2C} = -OC_C + l = -20\text{cm}.$$

$$\Rightarrow d_{2C} = \frac{d'_{2C}f_2}{d'_{2C} - f_2} = \frac{-20.4}{-20 - 4} = 3{,}33\text{cm}.$$

$\Rightarrow d'_{1C} = O_1O_2 - d_{2C}$ (Với $O_1O_2 = \delta + f_1 + f_2 = 15 + 5 = 20cm$).

$= 20 - 3,33 = 16,7cm.$

$$\Rightarrow d_{1C} = \frac{d'_{1C}f_1}{d'_{1C} - f_1} = \frac{16,7.1}{16,7 - 1} = 1,063cm.$$

+ Ngắm chừng ở cực viễn:

- Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow{O_1} A_1B_1 \xrightarrow{O_2} A_2B_2 \equiv C_C \xrightarrow{\text{mắt}} A_3B_3 \equiv V$$

$$|\ \underline{d_{1C}}\ |\ \ |\ \underline{d'_{1C}}\ |\ \ |\ \underline{d_{2C}}\ |\ \ |\ \underline{d'_{2C}}\ |$$

- Do ngắm chừng ở cực viễn:

$\Rightarrow d'_{2V} = -OC_V + l = \infty.$

$\Rightarrow d_{2V} = f_2 = 4cm.$

$\Rightarrow d'_{1V} = O_1O_2 - d_{2V} = 20 - 4 = 16cm$

$$\Rightarrow d_{1V} = \frac{d'_{1V}f_1}{d'_{1V} - f_1} = \frac{16}{15} = 1,067cm.$$

Vậy $1,063 \le d \le 1,067cm$.

16. Cho $\begin{cases} f_1 = 1cm \\ f_2 = 4cm \\ \delta = 16cm \\ Đ_C = 20cm \\ OC_V = \infty \end{cases} \xrightarrow{\text{Xác định}} \begin{cases} \text{a. } d_{1C} \le d \le d_{1V} \\ \text{b. } G_\infty,\ G_C \\ \text{c. } AB_{min} = ? \end{cases}$

Giải

a) Phạm vi ngắm chừng:

+ Ngắm chừng ở cực cận.

+ Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow{O_1} A_1B_1 \xrightarrow{O_2} A_2B_2 \equiv C_C \xrightarrow{\text{mắt}} A_3B_3 \equiv V$$

$$|\ \underline{d_{1C}}\ |\ \ |\ \underline{d'_{1C}}\ |\ \ |\ \underline{d_{2C}}\ |\ \ |\ \underline{d'_{2C}}\ |$$

+ Do ngắm chừng ở cực cận:

$\Rightarrow d'_{2C} = -OC_C + l = -20 + l = -20cm$ ($l = 0$).

$$\Rightarrow d_{2C} = \frac{d'_{2C}f_2}{d'_{2C} - f_2} = \frac{-20.4}{-20 - 4} = 3,33cm.$$

$\Rightarrow d'_{1C} = O_1O_2 - d_{2C}$. Với $O_1O_2 = \delta + f_1 + f_2 = 21cm$

$= 21 - 3,33 = 17,7cm.$

$$\Rightarrow d_{1C} = \frac{d'_{1C}f_1}{d'_{1C} - f_1} = \frac{17,7.1}{17,7 - 1} = 1{,}059\text{cm}.$$

+ Ngắm chừng ở cực viễn:

+ Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow{O_1} A_1B_1 \xrightarrow{O_2} A_2B_2 \equiv C_C \xrightarrow{\text{mắt}} A_3B_3 \equiv V$$

$$|\ d_{1C}\ |\ |\ d'_{1C}\ |\ |\ d_{2C}\ |\ |\ d'_{2C}\ |$$

- Do ngắm chừng ở cực viễn:

$\Rightarrow d'_{2V} = -OC_V + l = \infty.$

$\Rightarrow d_{2V} = f_2 = 4\text{cm}.$

$\Rightarrow d'_{1V} = O_1O_2 - d_{2V} = 21 - 4 = 17\text{cm}$

$$\Rightarrow d_{1V} = \frac{d'_{1V}f_1}{d'_{1V} - f_1} = \frac{17}{16} = 1{,}062\text{cm}.$$

Vậy $1{,}059 \le d \le 1{,}062\text{cm}$.

b) Tìm G_∞, G_C.

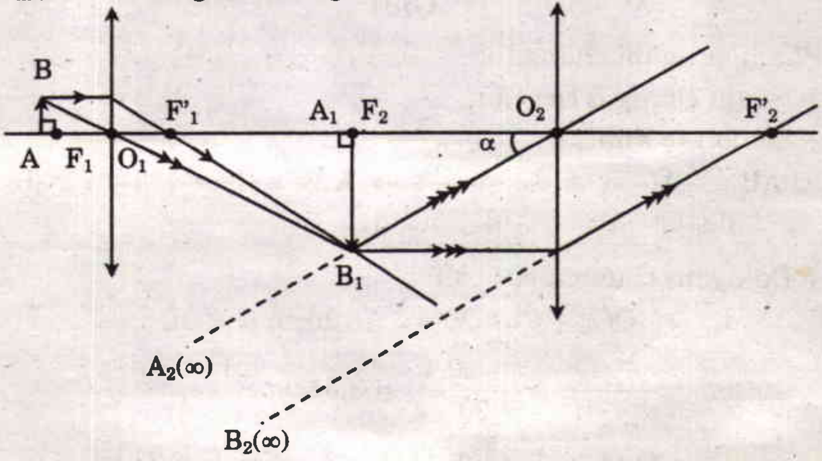
- $G_\infty = \dfrac{\delta Đ_C}{f_1 f_2} = \dfrac{16.20}{1.4} = 80.$

- $G_C = |k_C| = \left|\dfrac{d'_{1C}}{d_{1C}}.\dfrac{d'_{2C}}{d_{2C}}\right| = \left|\dfrac{17,7}{1,059}.\dfrac{(-20)}{3,33}\right| = 100{,}4.$

Vậy: $G_\infty = 80.$

$G_C = 100{,}4.$

c) AB_{min} = ? Khi ngắm chừng ở ∞.



+ Để mắt còn phân biệt được hai điểm trên vật:

$\alpha \ge \alpha_{min}$ (1)

$$\left.\begin{array}{l}\text{do } \alpha \text{ khá nhỏ nên } \alpha \approx \tan\alpha = \dfrac{A_1B_1}{f_2} \\ \text{Mà } |k_{1V}| = \dfrac{A_1B_1}{AB}\end{array}\right\} \Rightarrow \alpha = \frac{k_{1V}.AB}{f_2} \qquad (2)$$

+ Từ (1) và (2):

$$\Rightarrow \frac{|k_{1V}|.AB}{f_2} \geq \alpha_{min} \Leftrightarrow AB \geq \frac{f_2.\alpha_{min}}{|k_{1V}|}$$

$$\Rightarrow AB_{min} = \frac{f_2.\alpha_{min}}{\dfrac{f_1}{d_{1V}-f_1}} = \frac{f_2.\alpha_{min}(d_{1V}-f_1)}{f_1}$$

$$= \frac{4}{1}.\frac{1}{3600}(1{,}062-1) = 6{,}9.10^{-5}\text{m} \approx 69.10^{-6} = 69\mu\text{m}.$$

Vậy $AB_{min} = 69\mu m$.

Dạng 4. Kính thiên văn

17. Cho:

$$\begin{cases} f_1 = 1{,}2\text{m} = 120\text{cm} \\ f_2 = 4\text{cm} \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a. } O_1O_2 = ?;\ G_\infty \\ \text{b. } OC_V = 50\text{cm};\ O_1O_2 = ?; G_V = ? \end{cases}$$

Giải

a) Khoảng cách giữa 2 kính khi ngắm chừng ở ∞.

+ Sơ đồ tạo ảnh:

$$A \xrightarrow{O_1} A_1B_1 \xrightarrow{O_2} A_2B_2$$
$$\boxed{d_1 = \infty}\quad \boxed{d'_1}\quad \boxed{d_2}\quad \boxed{d'_2 = \infty}$$

$$+\text{ Do } \begin{cases} d'_2 = \infty \Rightarrow d_2 = f_2 \\ d_1 = \infty \Rightarrow d'_1 = f_1 \end{cases}$$

Mà $d_2 = O_1O_2 - d'_1 \Leftrightarrow O_1O_2 = d_2 + d'_1 = f_2 + f_1$

Vậy $O_1O_2 = f_1 + f_2 = 124\text{cm}$.

+ Số bội giác: $G_\infty = \dfrac{f_1}{f_2} = \dfrac{120}{4} = 30$.

b) O_1O_2 = ?, G_V = ? Khi ngắm chừng ở trạng thái không điều tiết.

+ Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow{O_1} A_1B_1 \xrightarrow{O_2} A_2B_2 \equiv C_V$$
$$\boxed{d_{1V}}\quad \boxed{d'_{1V}}\quad \boxed{d_{2V}}\quad \boxed{d'_{2V}}$$

- Do ngắm chừng ở trạng thái không điều tiết nên:

$$d'_{2V} = -OC_V + l = -50 + 0 = -50\text{cm}.$$

$$\Rightarrow d_{2V} = \frac{d'_{2V}f_2}{d'_{2V} - f_2} = \frac{-50.4}{-50-4} = 3{,}7\text{cm}.$$

- Mà $d_{1V} = \infty \Rightarrow d'_{1V} = f_1$.

$$O_1O_2 = d'_{1V} + d_{2V} = f_1 + d_{2V} = 120 + 3{,}7 = 123{,}7.$$

Vậy $O_1O_2 = 123{,}7\text{cm}$.

* Số bội giác:

$$G_V = k_{2V}.\frac{f_1}{|d'_{2V}| + l} = -\frac{d'_{2V}}{d_2f}.\frac{f_1}{d'_{2V}} = \frac{50}{3{,}7}.\frac{120}{50} = 32{,}4.$$

Vậy G = 32,4cm.

$$\textbf{18.}\text{ Cho } \begin{cases} f_1 = 25\text{cm} \\ f_2 = 4\text{cm} \\ O_1O_2 = 29\text{cm} \\ OC_C = 25\text{cm} \\ OC_V = \infty \end{cases} \xrightarrow{\text{Tìm}} \begin{cases} \text{a. } d_{1C} \le d \le d_{1V} \\ \text{b. } \Delta G\,? \end{cases}$$

Giải

a) Phạm vi ngắm chừng:

+ Ngắm chừng ở cực cận:

$$\underbrace{AB \xrightarrow{O_1}}_{d_{1C}}\underbrace{\;A_1B_1}_{d'_{1C}}\;\underbrace{\xrightarrow{O_2}}_{d_{2C}}\underbrace{A_2B_2 \equiv C_C}_{d'_{2C}}$$

- Do ngắm chừng ở cực cận:

$$d'_{2C} = -OC_C + l = -25\text{cm}.$$

$$\Rightarrow d_{2C} = \frac{d'_{2C}f_2}{d'_{2C} - f_2} = \frac{-25.(4)}{-25-4} = 3{,}45\text{cm}$$

$$\Rightarrow d'_{1C} = O_1O_2 - d_{2C} = 29 - 3{,}45 = 25{,}55\text{cm}.$$

$$\Rightarrow d_{1C} = \frac{d'_{1C}f_1}{d'_{1C} - f_1} = \frac{25{,}55.25}{25{,}55 - 25} = 1161{,}4\text{cm}.$$

+ Ngắm chừng ở ∞:

$$\Rightarrow d'_{2V} = \infty \Rightarrow d_{2V} = f_2 = 4\text{cm}.$$

$$\Rightarrow d'_{1V} = O_1O_2 - d_{2V} = 29 - 4 = 25\text{cm}.$$

$$\Rightarrow d_{1V} = \frac{d'_{1V}f_1}{d'_{1V} - f_1} = \frac{25.25}{25-25} = \infty.$$

Vậy $1161{,}4 \le d < \infty$.

b) Số bội giác biến thiên trong phạm vi:

+ Ngắm chừng ở cực cận:

$$G_C = k_{2C}.\frac{f_1}{|d'_{2C}| + l} = -\frac{d'_{2C}}{d_{2C}}.\frac{f_1}{|d'_{2C}|} = \frac{25}{3{,}45}.\frac{25}{25} = 7{,}25.$$

+ Ngắm chừng ở ∞:

$$G_\infty = \frac{f_1}{f_2} = \frac{25}{4} = 6{,}25.$$

Vậy $6{,}25 \le G \le 7{,}25$.

IV. Bài tập tương tự

1. Một người không đeo kính chỉ nhìn rõ các vật cách mắt 50cm.

a. Mắt người này bị tật cận thị hay viễn thị?

b. Muốn nhìn rõ các vật cách mắt 25cm thì người này cần đeo thấu kính có độ tụ bao nhiêu điốp (cho $l = 0$).

2. Mắt một người không tật, có điểm cực cận cách mắt 20cm. Khoảng cách từ võng mạc đến quang tâm của thủy tinh thể bằng 1,5cm. Trong quá trình điều tiết thì độ tụ của mắt có thể thay đổi trong phạm vi nào?

3. Một người viễn thị nhìn rõ vật từ khoảng cách $\frac{100}{3}$cm khi không dùng kính. Khi dùng kính nhìn rõ vật cách mắt 25cm. Tìm độ tụ của kính người ấy đeo?

4. Một mắt cận thị có điểm cực cận cách mắt 11cm và điểm cực viễn cách mắt 51cm. Kính đeo cách mắt 1cm.

a. Để chữa tật, mắt đeo kính gì? Độ tụ bằng bao nhiêu?

b. Khi đeo kính chữa tật, người ấy nhìn rõ vật gần nhất cách mắt bao nhiêu?

5. Một kính lúp có tiêu cự 5cm. Tại khoảng nhìn rõ ngắn nhất $Đ_C$ = 30cm. Tìm số bội giác khi ngắm chừng ở ∞.

6. Một kính hiển vi gồm vật kính có tiêu cự 5mm và thị kính có tiêu cự 20mm. Một vật AB đặt cách vật kính một đoạn 5,2mm. Mắt đặt sát thị kính. Tìm khoảng cách giữa hai kính để ảnh A_2B_2 cách thị kính 25cm, số bội giác của kính trong trường hợp này bằng bao nhiêu?

7. Một người mắt bình thường quan sát mặt trăng bằng kính thiên văn gồm hai thấu kính có tiêu cự $f_1 = 2m$, $f_2 = 5cm$.

a. Tìm khoảng cách giữa 2 kính và độ bội giác khi ngắm chừng ở ∞.

b. Một người cận thị có cực viễn cách mắt 50cm, dùng kính thiên văn trên quan sát mặt trăng trong trạng thái không điều tiết. Hỏi điều chỉnh khoảng cách giữa hai kính một đoạn bằng bao nhiêu?

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU 3

CHƯƠNG I. ĐIỆN TÍCH - ĐIỆN TRƯỜNG 5

BÀI 1. ĐIỆN TÍCH. ĐỊNH LUẬT COULOMB 5

BÀI 2. ĐIỆN TRƯỜNG 26

BÀI 3. ĐƯỜNG SỨC ĐIỆN - CÔNG CỦA LỰC ĐIỆN TRƯỜNG HIỆU ĐIỆN THẾ 40

BÀI 4. TỤ ĐIỆN - GHÉP TỤ ĐIỆN 48

CHƯƠNG II. DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI 72

BÀI 5. DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI. NGUỒN ĐIỆN 72

BÀI 6. ĐỊNH LUẬT OHM 75

BÀI 7. ĐIỆN NĂNG VÀ CÔNG SUẤT ĐIỆN. ĐỊNH LUẬT JUN - LENXƠ 92

BÀI 8. ĐỊNH LUẬT OHM CHO CÁC LOẠI ĐOẠN MẠCH. GHÉP NGUỒN ĐIỆN 101

CHƯƠNG III. DÒNG ĐIỆN TRONG CÁC MÔI TRƯỜNG 128

BÀI 9. DÒNG ĐIỆN TRONG CÁC MÔI TRƯỜNG 128

CHƯƠNG IV. TỪ TRƯỜNG 139

BÀI 10. TỪ TRƯỜNG - LỰC TỪ TÁC DỤNG LÊN DÒNG ĐIỆN 139

BÀI 11. TỪ TRƯỜNG CỦA MỘT SỐ DÒNG ĐIỆN CÓ DẠNG KHÔNG ĐỔI 145

BÀI 12. TƯƠNG TÁC GIỮA HAI DÒNG ĐIỆN THẲNG SONG SONG - LỰC TỪ TÁC DỤNG LÊN KHUNG DÂY MANG DÒNG ĐIỆN 167

BÀI 13. LỰC LORENTZ 184

CHƯƠNG V. CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ 193

BÀI 14. HIỆN TƯỢNG CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ - SUẤT ĐIỆN ĐỘNG CẢM ỨNG 193

BÀI 15. SUẤT ĐIỆN ĐỘNG CẢM ỨNG TRONG MỘT ĐOẠN DÂY DẪN CHUYỂN ĐỘNG - HIỆN TƯỢNG TỰ CẢM 201

CHƯƠNG VI. KHÚC XẠ ÁNH SÁNG 213

BÀI 16. HIỆN TƯỢNG KHÚC XẠ ÁNH SÁNG - HIỆN TƯỢNG PHẢN XẠ TOÀN PHẦN 213

CHƯƠNG VII. MẮT CÁC DỤNG CỤ QUANG 222

BÀI 17. LĂNG KÍNH 222

BÀI 18. THẤU KÍNH 232

BÀI 19. MẮT - KÍNH LÚP - KÍNH HIỂN VI - KÍNH THIÊN VĂN 278

MỤC LỤC 313

PHÂN LOẠI VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI CÁC DẠNG BÀI TẬP

VẬT LÍ 11

ThS. NGÔ VĂN THIỆN

NHÀ XUẤT BẢN
ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP HỒ CHÍ MINH
KP 6, P. Linh Trung, Q. Thủ Đức, TP.HCM
ĐT: 7424181 + 1421, 1422, 1423, 1425, 1426)
Fax: 7242194; **Email:** vnuhp@vnuhcm.edu.vn

* * *

Chịu trách nhiệm xuất bản:
TS HUỲNH BÁ LÂN
Tổ chức bản thảo và chịu trách nhiệm về tác quyền
ĐOÀN VĂN KHÁNH
Biên tập
NGUYỄN ĐỨC MAI LÂM
Sửa bản in
THÙY DƯƠNG
Trình bày bìa
VĂN THÙY

TK.02.VL(V)
ĐHQG.HCM - 08 **959 - 2008/CXB/296 - 71** **VL.TK.1276-08(T)**

In tái bản 2.000 cuốn, khổ 16 x 24cm. Số đăng ký KHXB: 959-2008/CXB/296-71/ĐHQGTPHCM. Quyết định xuất bản số: 588/QĐ-ĐHQG TPHCM Ngày 22/10/2008 của Nhà xuất bản ĐHQG TPHCM. In tại công ty in Năng Động. In xong, nộp lưu chiểu tháng 01 năm 2009.